ANEJO 10

ESTRUCTURAS

INDICE

1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo de describirán las estructuras necesarias, a nivel de Estudio Informativo, para cada una de las soluciones analizadas. En cada caso se presentará una solución tipológica que cumpla con los criterios necesarios tanto para la plataforma ferroviaria como para la vía u obstáculo salvado.

Atendiendo a la IGP-5 Instrucciones y Recomendaciones sobre Estructuras, que se recoge en las Instrucciones y Recomendaciones para la Redacción de Proyectos de Plataforma IGP-2011 v2, y a las prescripciones facilitadas por los organismos consultados, las dimensiones mínimas a respetar en los cruces a distinto nivel serán los siguientes:

- Pasos sobre ríos o arroyos:
  - Se han considerado las llanuras de inundación facilitadas por el organismo de cuenca afectado, correspondientes a diferentes periodos de retorno.
  - En los cruces de la infraestructura con los cauces principales, las pilas y estribos de los viaductos se colocarán fuera de los cauces y de la vegetación de ribera, siempre que sea posible.
  - En los cruces de la infraestructura con cauces que están catalogados como ZEC, además de las restricciones aplicables a los cursos de agua principales, la distancia de las pilas y estribos a la vegetación de ribera será como mínimo de 5 m.
- Paso sobre el Canal de Castilla: Las pilas y estribos de los viaductos se colocarán fuera del área de amojonamiento del canal, de acuerdo con los requerimientos definidos en el Plan Regional de ámbito territorial del Canal de Castilla.
- Paso sobre línea de ferrocarril:
  - Gálibo horizontal para vía doble: 16,00 m
  - Gálibo horizontal para vía única: 10,50 m
  - Gálibo vertical: 7,00 m
- Paso sobre carreteras y autovías mediante viaductos o pérgolas:
  - Gálibo horizontal: Se respeta un mínimo de 2,50 m desde la berma de la calzada. En el caso de emplear barrera rígida este valor se podría minimizar, pero no se ha considerado dicha posibilidad debido al nivel de estudio requerido.
  - Gálibo vertical: 5,30 m
- Pasos superiores:
  - Ancho de tablero:
    - Camino: 8,00 m
    - Carretera: 11,00 m / 12,00 m (Carretera autonómica / provincial)
  - Gálibo horizontal para vía doble: 16,00 m
  - Gálibo horizontal para vía única: 10,50 m
  - Gálibo vertical: 7,00 m
- Pasos inferiores:
  - Ancho de tablero para vía doble: 14,00 m
  - Ancho de tablero para vía única: 8,50 m
  - Gálibo horizontal:
    - Camino: 8,00 m
    - Carretera: 10,00 m / 14,00 m (Carretera provincial / autonómica)
  - Gálibo vertical:
    - Camino: 5,30 m
    - Carretera: 5,30 m / 5,50 m (Carretera autonómica / provincial)

En líneas generales la determinación de la anchura del cauce o la vía de comunicación se ha considerado la reflejada en la cartografía, ya que no se dispone de documentación complementaria, criterio que resulta adecuado a nivel de Estudio Informativo.

A la hora de clasificar las estructuras de las alternativas estudiadas se han seguido los criterios habituales, agrupándose en:

- Viaductos.
- Pérgolas.
- Pasos superiores.
  - Carreteras.
  - Caminos.
- Pasos inferiores.
  - Pasos singulares (bajo vía de comunicación).
  - Carreteras.
  - Caminos.

En los siguientes apartados se pasará a describir las características más significativas de las soluciones adoptadas en cada uno de los ámbitos.

2. DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

Se considera como inicio del estudio la salida de la estación de Palencia mientras que en el ámbito de Alar del Rey, se analizará el punto de conexión más adecuado entre dicha población y Aguilar de Campoo.

En el presente estudio se ha procedido a desarrollar las alternativas seleccionadas como óptimas en las conclusiones del análisis multicriterio del Estudio de Alternativas de la Línea de Alta Velocidad Palencia Alar del Rey.

El área de estudio se ha dividido en dos ámbitos geográficos, atendiendo a los diferentes condicionantes que deben cumplirse en el diseño de cada uno de ellos:

- Ámbito de Palencia-Herrera
- Ámbito Herrera – Aguilar (Conexiones con la red convencional).

El ***ámbito de Palencia - Herrera*** comprende desde el edificio de viajeros de la estación de Palencia hasta el PK 65+000. En este ámbito se han definido DOS alternativas:

- Alternativa Monzón-Oeste. Se desarrolla al Este de la localidad de Monzón de Campos para posteriormente discurrir al Oeste de la autopista A-67.
- Alternativa Carrión-Este. Inicialmente tiene dos cruces con el río Carrión y posteriormente discurre al Este de la autovía A-67.

El ***ámbito Herrera - Aguilar de Campoo*** se corresponde con el tramo a partir del P.K. 65+000 y hasta las conexiones con la línea convencional. Los puntos de posible conexión se localizan en el entorno de las localidades de Nogales de Pisuerga, Santa María de Mave y Aguilar de Campoo dando lugar a CINCO alternativas de trazado:

- Conexión Mave Este.
- Conexión Aguilar Este.
- Conexión Mave Oeste.
- Conexión Aguilar Oeste.
- Conexión Nogales.

En el área de salida de Palencia todas las alternativas se desarrollan en vía única. En el resto del Ámbito Palencia-Herrera, una vez la nueva vía UIC se dispone de forma paralela a la vía actual en alineación recta, se desdobla la vía y se continúa en vía doble todo el recorrido por dicho ámbito. En el Ámbito Herrera-Aguilar, se lleva a cabo una transición de vía doble a vía única en el nuevo corredor, discurriendo un tramo variable según la alternativa en vía única, hasta que finalmente se produce la conexión con la línea actual mediante un cambiador de ancho.

El trazado de todas las alternativas ha sido diseñado con los mismos parámetros geométricos y funcionales de una línea de alta velocidad para 350 km/h, si bien en los tramos iniciales de salida de Palencia y final de conexión con la línea actual, el trazado se ha adaptado al entorno.

La electrificación de la línea se proyecta con el sistema 2 x 25 kV c.c., que es el habitual para las nuevas líneas de alta velocidad. Se requerirá la instalación de una nueva subestación eléctrica de tracción y una serie de centros de autotransformación a lo largo de la línea.

En cuanto a las instalaciones de señalización y comunicaciones, se dotará a la línea con un sistema de Bloqueo de Señalización Lateral (B.S.L.), sistema de gestión del tráfico ERTMS N2 con ASFA como respaldo, sistemas de comunicaciones GSMR, SDH e IP/MPLS, videovigilancia y red de distribución de energía en 750 V c.a. para suministro de energía a las instalaciones de seguridad y comunicaciones.

3. ALTERNATIVA MONZÓN-OESTE

En la alternativa analizada las estructuras requeridas para la su definición tratadas por grupos de tipología y comportamiento homogéneo serán los analizados a continuación

3.1. VIADUCTOS

Las tipologías han venido condicionadas por las luces necesarias para salvar obstáculos localizados con el trazado.

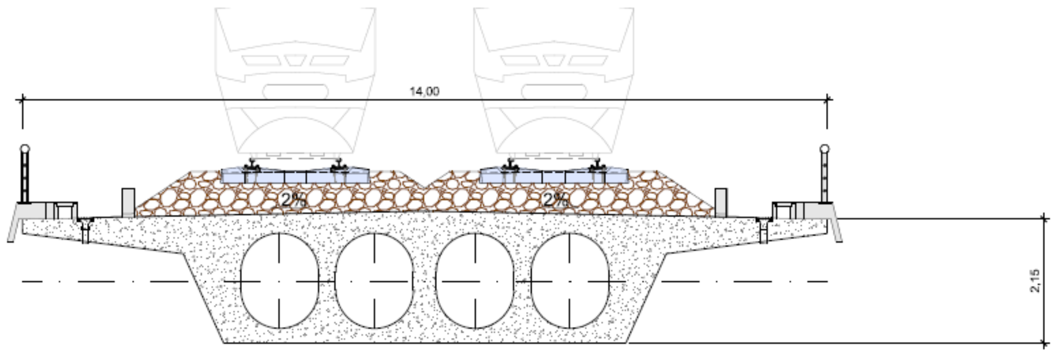
Se ha recurrido a tres tipologías claramente diferenciadas, con alguna excepción, y que se describen a continuación:

- Losa de hormigón postesada aligerada, con el tablero tipo viga de comportamiento hiperestático o isostático, empleada para las estructuras con vanos hasta 35,0 m de luz.
- Las secciones empleadas son aligeradas con la finalidad de reducir el peso propio debido a los cantos a los que es necesario recurrir. Como es habitual en las estructuras tipo viga continuas (hiperestáticas) los vanos deberán estar compensados con los contiguos, en especial los finales.

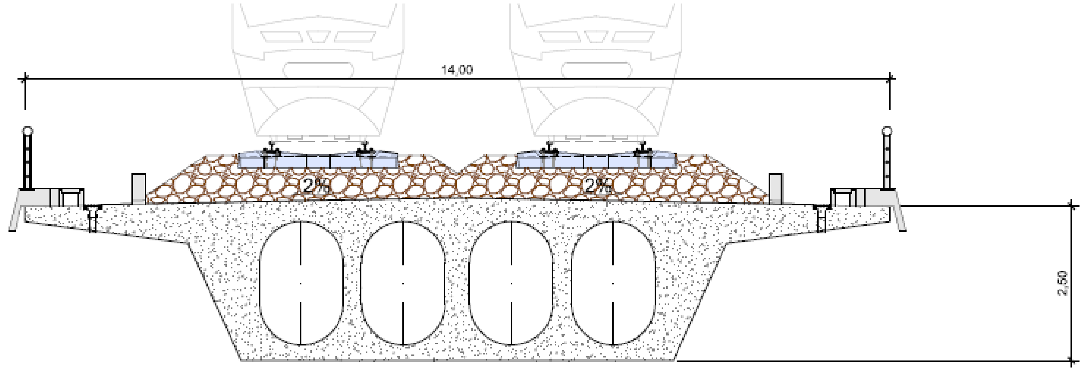
  Las luces empleadas en estas tipologías han sido:

  - Luz de cálculo de 30 m.
  - Luz de cálculo de 35 m.

  Las secciones de tablero propuesta en cada uno de los casos son:
  Losa aligerada postesada de 2,15 m de canto para salvar luces de 30 m, empleada en puentes tipo viga (hiperestáticos).



  Losa aligerada postesada de 2,50 m de canto para salvar luces de 35 m, empleada en puentes tipo viga (hiperestáticos) e isostáticos de 30,0 m.

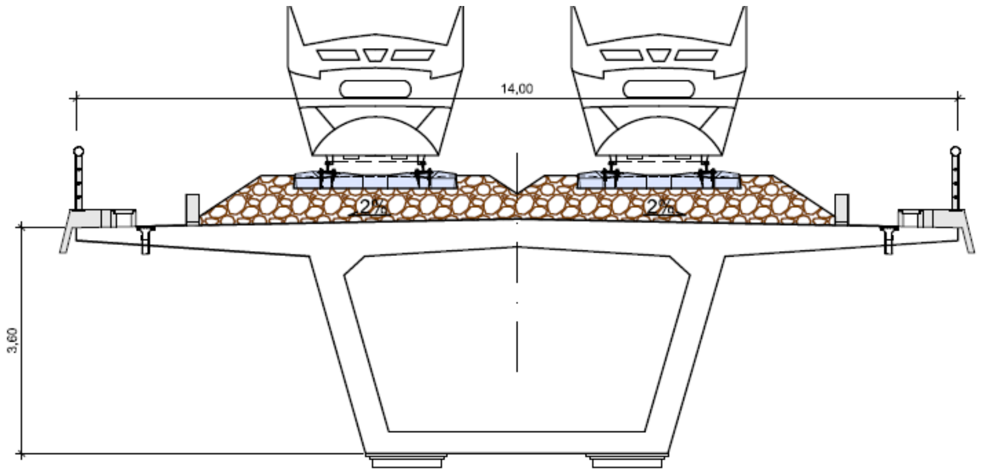


Los viaductos del tramo de la tipología descrita serán los presentados en la siguiente tabla:

Denominación	PK inicial	Luz vano a salvar (m)	Canto estimado (m)	Longitud (m)
Viaducto sobre Acequia de Palencia y N-611	10+452	30	2,15	252
Viaducto sobre enlace A-67	13+637	30	2,15	72
Viaducto sobre Arroyo de los Pisones	15+315	30	2,15	72
Viaducto sobre Arroyo del Berco	29+065	30	2,5	30
Viaducto sobre Río Vallarna	45+850	30	2,15	252
Viaducto sobre N-120	47+368	30	2,15	72
Viaducto sobre Río Valdavia	49+303	30	2,15	522
Viaducto sobre el Arroyo de las Viñas	50+960	35	2,5	84
Viaducto sobre el Arroyo de Valdeherreros	61+005	30	2,15	102

- Sección cajón postesado, para estructuras hiperétáticas con luces entre superiores a los 35,0 m (en este caso 50,0 m). Esta sección se comporta permite reducir el peso propio y presenta un buen comportamiento a torsión.

  El canto de la sección cajón postesado propuesto para salvar los 50 m de luz necesarios será de 3,60 m

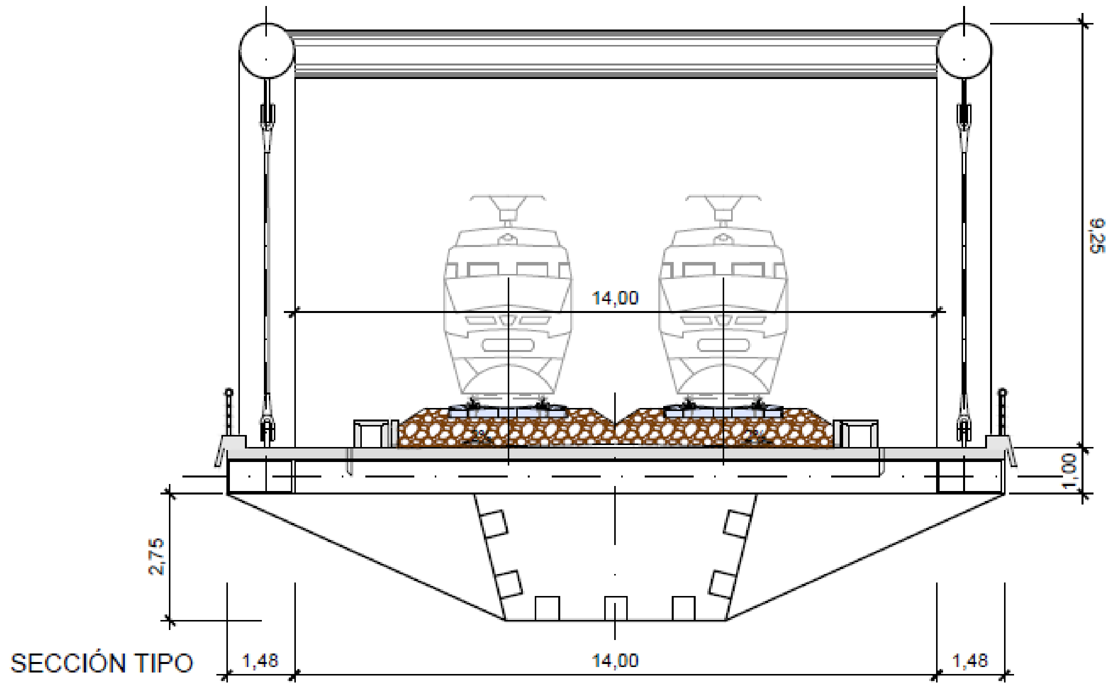


Denominación	PK inicial	Luz vano a salvar (m)	Canto estimado (m)	Longitud (m)
Viaducto sobre A-231	47+513	50	3.6	120

- Estructuras **singulares**, ya sea por la longitud del vano a salvar o por requerimientos estéticos. En la alternativa tratada se adopta la tipología mixta con arco superior y tablero mixto inferior. Manteniendo la sección mixta en los vanos de aproximación.

Denominación	PK inicial	Luz vano a salvar (m)	Canto estimado (m)	Longitud (m)
Viaducto sobre el Canal de Castilla	31+528	55	2.75	132

El tablero propuesto para salvar los 55 m de luz necesarios ha sido mixto de 2,75 m de canto. En tanto del tablero resulta más adecuado para los vanos de compensación (laterales) de 38,5 m de luz que pare el central, el cual aprovecha el arco superior que a la vez cumple con una función estética debido a la singularidad del elemente salvado.



A continuación se realizara una descripción somera de las características de los distintos viaductos que será necesarios ejecutar para solucionar la alternativa.

<u>Viaducto sobre Acequia de Palencia y N-611.</u>

- Tipología: sección tipo losa aligerada de hormigón postesado hiperestático de 14,0 m de anchura (doble vía). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 2,15 m.
- Número de vanos 9 vanos.
- Distribución de vanos 21 + 7 x 30 + 21.
- Longitud 252 m (PK 10+452 a PK 10+704).
- Obstáculos a salvar: Acequia de Palencia y carretera N-611.
- Cimentación superficial a excepción de la primera pila para la que será necesario recurrir a cimentación profunda (encepados).

<u>Viaducto sobre enlace A-67.</u>

- Tipología: sección tipo losa aligerada de hormigón postesado hiperestático de 14,0 m de anchura (doble vía). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 2,15 m.
- Número de vanos 3 vanos.
- Distribución de vanos 21+30+21.
- Longitud 72 m (PK 13+637 a PK 13+709).

- Obstáculos a salvar: Enlace A-67.
- Cimentación superficial.

Viaducto sobre el Arroyo de los Pisones.

- Tipología: sección tipo losa aligerada de hormigón postesado hiperestático de 14,0 m de anchura (doble vía). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 2,15 m.
- Número de vanos 3 vanos.
- Distribución de vanos 21+30+21.
- Longitud 72 m (PK 15+315 a PK 15+387).
- Obstáculos a salvar: Arroyo de los Pisones.
- Cimentación superficial en la primera de las pilas y profunda en la segunda.

Viaducto sobre el Arroyo del Berco.

- Tipología: sección tipo losa aligerada de hormigón postesado isostático de 14,0 m de anchura (doble vía). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 2,5 m.
- Número de vanos 1 vanos.
- Distribución de vanos 30.
- Longitud 30 m (PK 29+065 a PK 29+095).
- Obstáculos a salvar: Arroyo del Berco.
- Cimentación profunda.

Viaducto sobre sobre el Canal de Castilla.

- Tipología: sección mixta con arco en el vano central (péndolas separadas unos 4,0 m) de 14,0 m de anchura (doble vía). Tipología singular condicionada principalmente por motivos estéticos.
- Canto 2,75 m.
- Número de vanos 3 vanos.
- Distribución de vanos 38,5 + 55 + 38,5.
- Longitud 132 m (PK 31+528 a PK 31+660).
- Obstáculos a salvar: canal de castilla.
- Cimentación superficial.

Viaducto sobre el Río Vallarna.

- Tipología: sección tipo losa aligerada de hormigón postesado hiperestático de 14,0 m de anchura (doble vía). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 2,15 m.
- Número de vanos 9 vanos.
- Distribución de vanos 21+7x30+21m.
- Longitud 252 m (PK 45+850 a PK 46+102).
- Obstáculos a salvar: Río Vallarna.
- Cimentación profunda.

Viaducto sobre sobre la carretera N-611.

- Tipología: sección tipo losa aligerada de hormigón postesado hiperestático de 14,0 m de anchura (doble vía). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 2,15 m.
- Número de vanos 3 vanos.
- Distribución de vanos 21 + 30 + 21m.
- Longitud 72 m (PK 47+368 a PK 47+440).
- Obstáculos a salvar: carretera N-611.
- Cimentación superficial.

Viaducto sobre la autovía A-231.

- Tipología: sección tipo cajón postesado hiperestático de 14,0 m de anchura (tipo viga para doble vía). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 3,60 m.
- Número de vanos 3 vanos.
- Distribución de vanos 35 + 50 + 35.
- Longitud 120 m (PK 47+513 a PK 47+621).
- Obstáculos a salvar: autovía A-231.
- Cimentación superficial.

Viaducto sobre el sobre Río Valdavia.

- Tipología: sección tipo losa aligerada de hormigón postesado hiperestático de 14,0 m de anchura (doble vía). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 2,15 m.

- Número de vanos 18 vanos.
- Distribución de vanos 21 + 16 x 30 + 21.
- Longitud 522 m (PK 49+303 a PK 49+825).
- Obstáculos a salvar: Río Valdavia.
- Cimentación profunda.

Viaducto sobre el sobre el Arroyo de las Viñas.

- Tipología: sección tipo losa aligerada de hormigón postesado hiperestático de 14,0 m de anchura (doble vía). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 2,50 m.
- Número de vanos 3 vanos.
- Distribución de vanos 24,5 + 35 + 24,5m.
- Longitud 84 m (PK 50+960 a PK 51+044).
- Obstáculos a salvar: el Arroyo de las Viñas.
- Cimentación profunda.

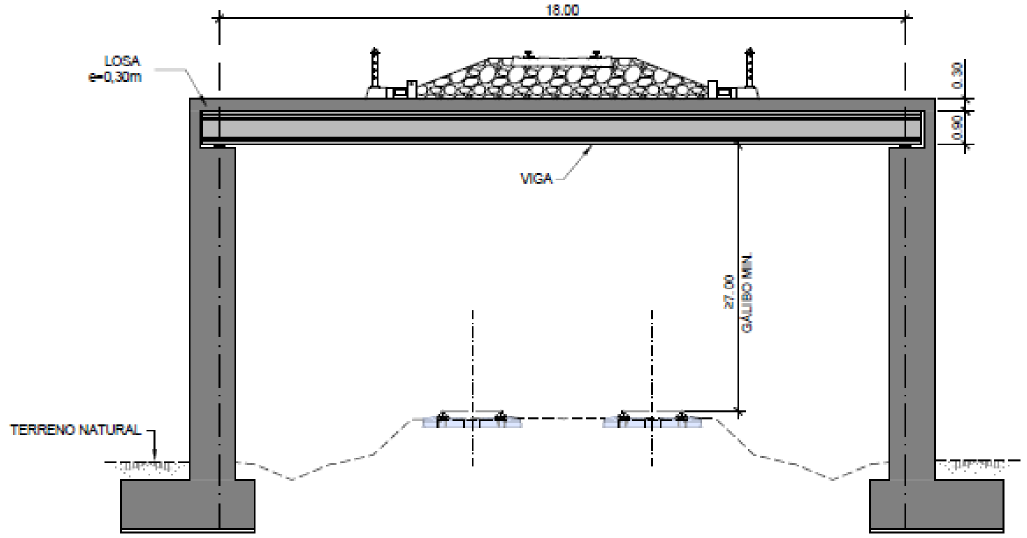
Viaducto sobre el sobre el Arroyo de Valdeherreros.

- Tipología: sección tipo losa aligerada de hormigón postesado hiperestático de 14,0 m de anchura (doble vía). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 2,15 m.
- Número de vanos 4 vanos.
- Distribución de vanos 21 + 2 x 30 + 21.
- Longitud 102 m (PK 61+005 a PK 61+107).
- Obstáculos a salvar: el Arroyo de Valdeherreros.
- Cimentación profunda.

3.2. PÉRGOLAS

Se empelarán soluciones tipo pérgola cuando el trazado se cruza con el elemento a salvar con un esviaje elevado. Con esta solución estructural es posible recurrir a secciones de menor canto aunque con longitudes mayores.

La solución empleada para este tipo de pérgolas será la habitual, es decir, tablero de vigas prefabricadas con losa in situ de hormigón armado sobre ellas. Dicho tablero apoyará sobre estribos de muro continuo combinado con pilas donde será posible, permitiendo de esta manera la entra de luz al interior.



En la alternativa de Monzón Oeste será necesario ejecutar las siguientes pérgolas:

Denominación	PK inicial	Luz vano a salvar (m)	Canto estimado (m)	Longitud (m)	Ancho (m)
Pérgola sobre vía FFCC corredor León	0+510	18	1.2	100	18
Pérgola sobre vía FFCC corredor Santander	0+740	18	1.2	140	18
Pérgola sobre Arroyo Espumajes y A-67	18+225	40	1.45	260	40
Pérgola sobre Canal del Pisuerga	21+230	15	0.8	80	15
Pérgola sobre FFCC	38+020	20	1.5	130	20

Las características de las distintas pérgolas serán las descritas a continuación.

Pérgola sobre la línea ferroviaria del corredor de León.

- Gálibo horizontal 18,0 m (posibilidad de duplicar la línea existente).
- Longitud 100 m.
- Gálibo vertical mínimo 7,0 m.
- Tablero prefabricado de vigas de 0,90 m de canto separadas 1,50 m sobre las que se extenderá la losa de hormigón armado de 0,30 m de espesor (espesor total de 1,20 m).

El tablero descansará sobre muro de hormigón armado (espesor 1,20 m) o pilas circulares (1,0 m de diámetro separadas 2,0 m) en función de si empuja terreno en trasdós o no.

Está previsto el recurrir a una cimentación profunda debido a las exigencias geotécnicas de la zona.

Pérgola sobre la línea ferroviaria del corredor de Santander.

- Gálibo horizontal 18,0 m (posibilidad de duplicar la línea existente).
- Longitud 140 m.
- Gálibo vertical mínimo 7,0 m.
- Tablero prefabricado de vigas de 0,90 m de canto separadas 1,50 m sobre las que se extenderá la losa de hormigón armado de 0,30 m de espesor (espesor total de 1,20 m).

El tablero descansará sobre muro de hormigón armado (espesor 1,20 m) o pilas circulares (1,0 m de diámetro separadas 2,0 m) en función de si empuja terreno en trasdós o no.

Está previsto el recurrir a una cimentación profunda debido a las exigencias geotécnicas de la zona.

Pérgola sobre el arroyo Espumajes y Autovía A-67..

- Gálibo horizontal 40,0 m (posibilidad de duplicar la línea existente).
- Longitud 260 m.
- Gálibo vertical mínimo 5,50 m (carreteras).
- Tablero prefabricado de vigas de 2,20 m de canto separadas 1,50 m sobre las que se extenderá la losa de hormigón armado de 0,30 m de espesor (espesor total de 2,50 m).

El tablero descansará sobre muro de hormigón armado (espesor 1,20 m) o pilas circulares (1,0 m de diámetro separadas 2,0 m) en función de si empuja terreno en trasdós o no.

Está previsto el recurrir a una cimentación superficial debido a las exigencias geotécnicas de la zona.

Pérgola sobre el canal del Pisuerga.

- Gálibo horizontal 15,0 m (posibilidad de duplicar la línea existente).
- Longitud 80 m.
- Gálibo vertical mínimo 5,00 m.
- Tablero prefabricado de vigas de 0,50 m de canto separadas 1,50 m sobre las que se extenderá la losa de hormigón armado de 0,30 m de espesor (espesor total de 0,80 m).

El tablero descansará sobre muro de hormigón armado (espesor 1,20 m) o pilas circulares (1,0 m de diámetro separadas 2,0 m) en función de si empuja terreno en trasdós o no.

Está previsto el recurrir a una cimentación superficial debido a las exigencias geotécnicas de la zona.

Pérgola sobre el ferrocarril.

- Gálibo horizontal 18,0 m (posibilidad de duplicar la línea existente).
- Longitud 130 m.
- Gálibo vertical mínimo 7,0 m (ferrocarril).
- Tablero prefabricado de vigas de 0,90 m de canto separadas 1,50 m sobre las que se extenderá la losa de hormigón armado de 0,30 m de espesor (espesor total de 1,20 m).

Al igual que en el resto de las pérgolas el tablero descansará sobre muro de hormigón armado (espesor 1,20 m) o pilas circulares (1,0 m de diámetro separadas 2,0 m) en función de si empuja terreno en trasdós o no.

Está previsto el recurrir a una cimentación superficial debido a las exigencias geotécnicas de la zona.

3.3. PASOS SUPERIORES

Como se ha comentado en el primero de los apartados se ha distinguido entre los pasos superiores de carreteras y de caminos, debido a que se encontrarán sometidos a distintas solicitaciones (IMD) y en consecuencia a necesidades de plataforma.

Pasos superiores de carreteras.

Se empleara la tipología de tableros postesados hiperestáticos con una anchura función del tipo de carretera:

Carreteras provinciales de 12,0 m:

- Calzada de 9,0 m.
- Aceras de 1,00 m más 0,5 m para sistema de contención de vehículos.

Carreteras autonómicas de 11,0 m:

- Calzada de 8,0 m.
- Aceras de 1,00 m más 0,5 m para sistema de contención de vehículos.

En ambos casos se empleará una solución de tres (3) vanos hiperestáticos (15.0 +18.0 + 15.0), requiriendo un canto de 1,0 m.

En la siguiente tabla se representan las estructuras englobadas en esta clasificación.

PASO	P.K.	VÍA
PS-25.0 / PP-4301	25+060	Carretera PP-4301
PS-28.2 / P-430	28+222	Carretera P-430
PS-30.8 / P-431	30+800	Carretera P-431

PASO	P.K.	VÍA
PS-33.8 / P-434	33+865	Carretera P-434
PS-37.0 / PP-4331	37+050	Carretera PP-4331
PS-43.0 / P-981	43+020	Carretera P-981
PS-49.1 / P-245	49+160	Carretera P-245 (Vía pecuaria)
PS-60.1 / PP-2321	60+110	Carretera PP-2321
PS-63.8 / P-232	63+810	Carretera P-232

Pasos superiores de caminos.

La diferencia con los pasos de carretera habituales es que su anchura será menor debido a que los caminos estarán sometidos a una intensidad de tráfico inferior.

En este caso también se empleará losa postesada hiperestáticas con un canto de 1,0 m, los vanos a disponer serán 15,0 + 18,0 + 15,0 m. Para los pasos sobre la autovía A-67 la disposición de vanos será de 15,0 + 18,0 + 18,0 + 15,0 m.

La plataforma tendrá una anchura de 8,00 m permitiendo encajar una calzada de 6,0 m de anchura y dos aceras de 0,8 m y 0,20 m para la barrera.

En la siguiente tabla se representan las estructuras englobadas en esta clasificación.

PASO	P.K.	VÍA
PS-4.1	4+155	Camino
PS-6.4	6+435	Camino
PS-8.5	8+510	Camino (Vía pecuaria)
PS-12.8	12+800	Camino (Vía pecuaria)
PS 24.8 (A-67)	24+895 (A-67)	Camino
PS-21.1	21+125	Camino
PS-22.7	22+760	Camino del Cigüeñal
PS-26.7	26+750	Camino del Río
PS-29.8	29+873	Camino
PS-36.0	36+000	Camino
PS-39.6	39+665	Camino de Carrecabañas
PS-51.2	51+270	Camino
PS-52.5	52+575	Camino
PS-54.1	54+130	Camino de San Juan
PS-55.5	55+500	Camino
PS-56.7	56+720	Camino (Vía pecuaria)
PS-58.1	58+150	Camino
PS-58.9	58+995	Camino
PS-62.6	62+615	Camino (Vía pecuaria)

3.4. PASOS INFERIORES

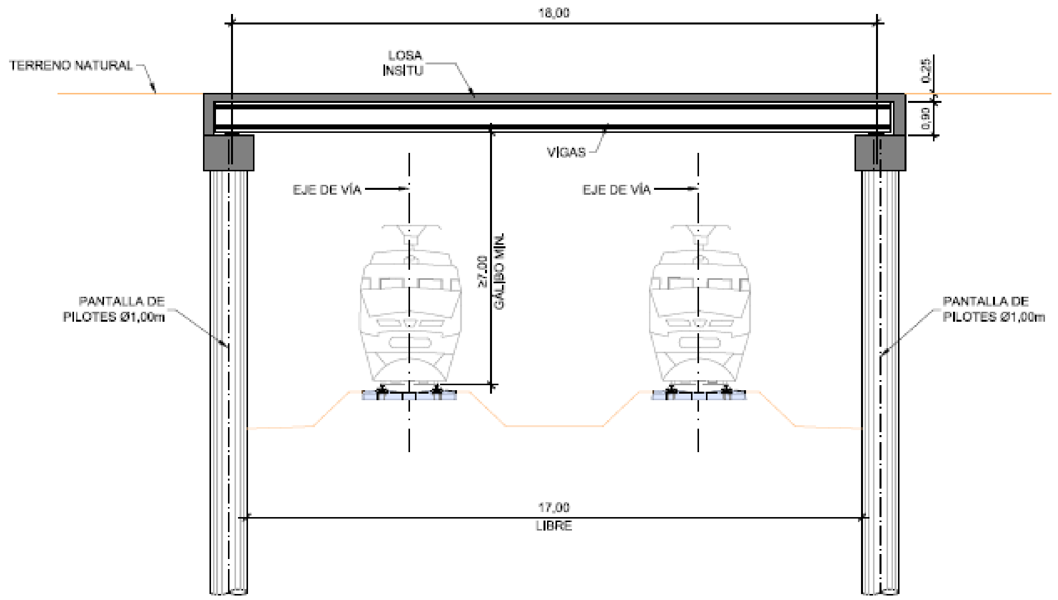
Al igual que en el caso anterior se distinguirá entre carretera y camino adaptando cada uno de ellos a los necesidades particulares.

En ambos casos se ha adoptado la solución tipo marco, adecuada para cualquier tipo de terreno debido a que consigue un adecuado reparto mediante la losa inferior.

Además de estos dos tipos de pasos inferiores ha sido necesario realizar otros denominados singulares por sus particularidades, consistentes en pantallas de pilotes con un tablero de vigas prefabricadas sobre ellas.

Este tipo de solución se emplea en el caso de cruces bajo vías de comunicación importantes con una cota suficiente para ello, en la alternativa tratada se emplea para cruzar bajo la carretera N-611 y autovía A-67.

La solución empleada será tablero de vigas prefabricadas de 0,90 m de canto sobre la que se ejecuta una losa in situ de 0,25 m ejecutadas sobre pantallas de pilotes y cargadero sobre ellas.



En la siguiente tabla se muestra el resumen de las características más significativas del paso inferior singular.

Denominación	PK inicial	Luz vano a salvar (m)	Canto estimado (m)	Longitud (m)	Ancho (m)
Paso inferior bajo N-611 y A-67	41+290	18	1.3	240	18

Pasos inferiores singulares.

Elementos y características de cada uno de ellos:

- Pantallas de pilotes de 1,0 m de diámetro ejecutadas en cortes alternos de calzada y separados 1,50 m entre sí.

  Sobre los pilotes se ejecutarán cabeceros para facilitar el apoyo de los tableros superiores poniendo neoprenos entre ambos.
  La separación entre ejes de pantallas será de 18,0 m lo que permitirá encajar la plataforma de 14,0 m de anchura (doble vía).

- Tablero prefabricado sobre las pantallas laterales, con una longitud de 240 m en este caso. El canto del tablero será de 1,15 m de los cuales 0,25 m corresponden a la losa in situ y 0,90 m será el canto de las vigas prefabricadas.

  Se respetará un gálibo mínimo libre bajo el tablero de 7,0 m.

- Muros en prolongación para evitar que el derrame de la excavación entre en la estructura, para ello se prolongarán las pantallas de pilotes sin la disposición de tablero, atadas todas ellas mediante una viga de hormigón armado.

Paso inferior carreteras.

La geometría del marco propuesto será función de la carretera:

Carreteras provinciales:

- Gálibo vertical 5,50 m.
- Gálibo horizontal 10,0 m.
- Ancho losa superior 1,20 m.
- Espesor de muro 1,20 m

Carreteras autonómicas:

- Gálibo vertical 5,30 m.
- Gálibo horizontal 14,0 m.
- Ancho losa superior 1,40 m.
- Espesor de muro 1,40 m

En las carreteras autonómicas se realizarán las modificaciones estructurales pertinentes para alcanzar los 14,0 m de gálibo horizontal.

En la siguiente tabla se representan la localización de las estructuras englobadas en esta categoría.

Paso	P.K.	Via
PI-19.4 / P-420	19+450	Carretera P-420
PI-19.9 / PP-4304	19+910	Carretera PP-4304

Paso inferior caminos.

La geometría del marco empleada en este caso será:

- Gálibo vertical 5,30 m.
- Gálibo horizontal 8,0 m.
- Ancho losa superior 0,9 m.
- Espesor de muro 0,9 m

En la siguiente tabla se representan la localización de las estructuras englobadas en esta categoría.

PASO	P.K.	VÍA
PI-11.8	11+865	Camino
PI-17.9	17+915	Camino

PASO	P.K.	VÍA
PI-24.1	24+100	Camino
PI-32.5	32+500	Camino
PI-43.8	43+850	Camino
PI-45.1	45+135	Camino
PI-46.4 *	46+435	Camino Canal de Osorno

** Esta estructura tendrá que albergar tanto el camino como el propio Canal de Osorno, por lo que su gálibo horizontal será de 14,0 m. Se realizarán las modificaciones estructurales pertinentes para poder respetar este gálibo.*

4. ALTERNATIVA CARRIÓN-ESTE

En la alternativa analizada las estructuras requeridas para la su definición tratadas por grupos de tipología y comportamiento homogéneo serán los analizados a continuación

4.1. VIADUCTOS

Las tipologías han venido condicionadas por las luces necesarias para salvar obstáculos con el trazado.

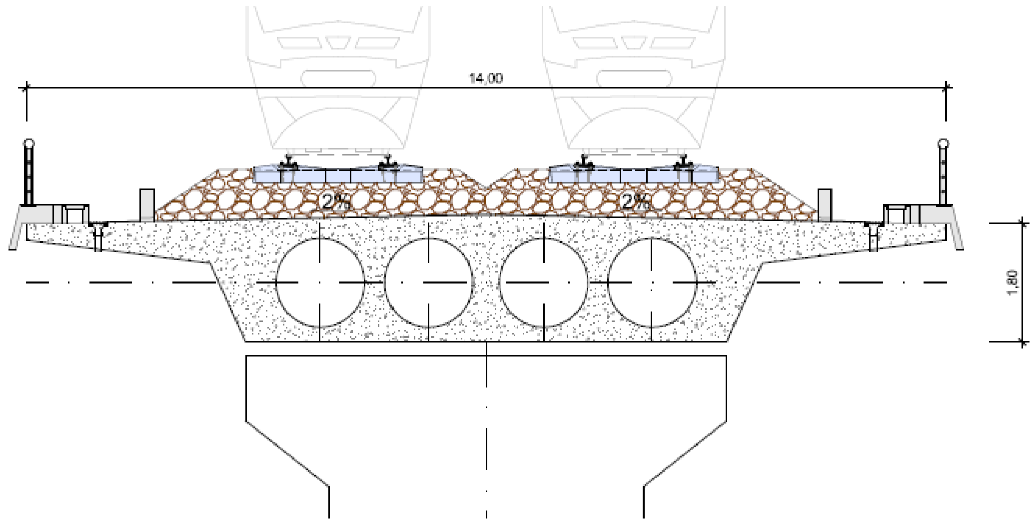
Al igual que en las alternativas anteriores se recurre a tres tipologías diferenciadas:

- Losa de hormigón postesada aligerada, con el tablero tipo viga de comportamiento hiperestático o isostático, empleada para las estructuras con vanos hasta 35,0 m de luz.

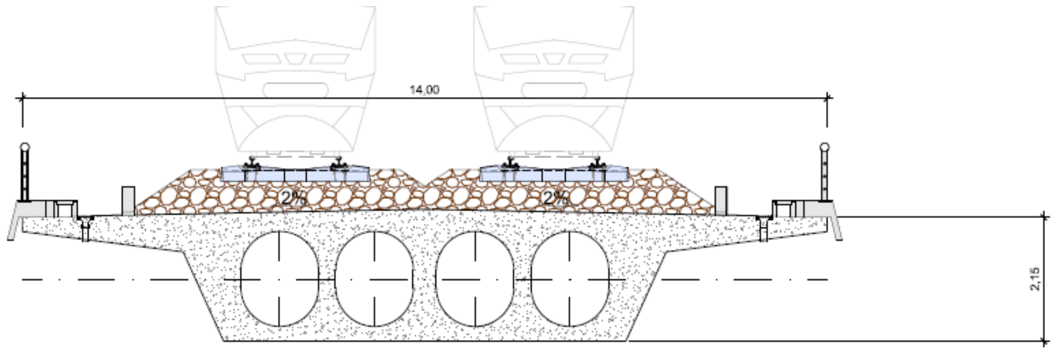
  Las luces empleadas en estas tipologías han sido:

  - Luz de cálculo de 25 m.
  - Luz de cálculo de 30 m.
  - Luz de cálculo de 35 m.

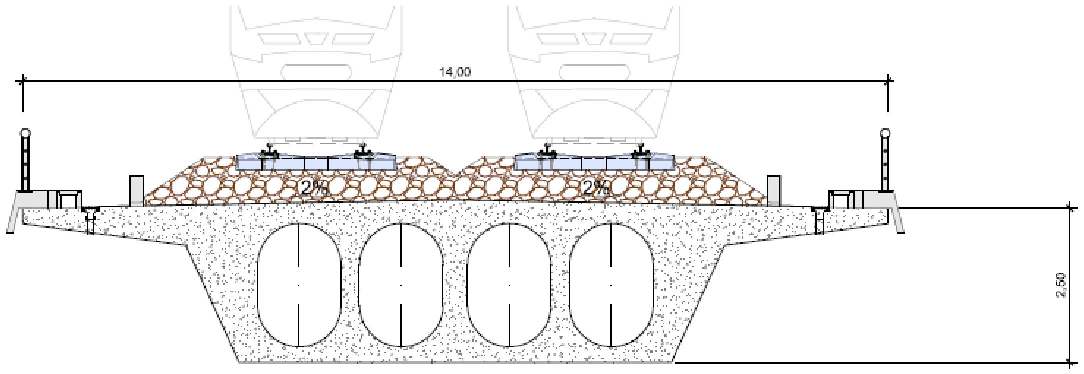
  Las secciones de tablero que se han propuesta para cada una de los luces mencionadas han sido los descritos a continuación.
  Losa aligerada postesada de 1,80 m de canto para salvar luces de 25 m, empleada en puentes tipo viga (hiperestáticos).



Losa aligerada postesada de 2,15 m de canto para salvar luces de 30 m, empleada en puentes tipo viga (hiperestáticos) e isostática de 25,0 m.



Losa aligerada postesada de 2,50 m de canto para salvar luces de 35 m, empleada en puentes tipo viga (hiperestáticos) e isostáticos de 30,0 m.

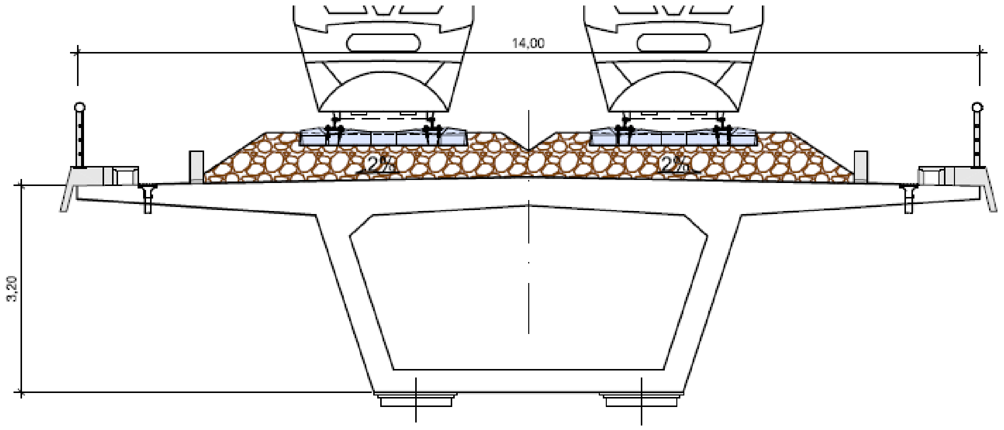


Los viaductos del tramo de la tipología descrita serán los presentados en la siguiente tabla:

Denominación	PK inicial	Luz vano a salvar (m)	Canto estimado (m)	Longitud (m)
Viaducto sobre llanura Río Carrión	8+110	25	1.8	385
Viaducto sobre P-990	12+162	25	2.15	25
Viaducto sobre Río Carrión	14+053	35	2.5	294
Viaducto sobre el Canal de Palencia	16+505	30	2.15	72
Viaducto sobre N-611	17+875	35	2.5	119
Viaducto sobre Arroyo del Berco	29+024	30	2.5	30
Viaducto sobre el Río Vallarna	44+511	30	2.15	282
Pérgola sobre N-611	45+800	20	1.5	130
Viaducto sobre el Canal de Osorno	47+440	35	2.5	84
Viaducto sobre N-120	48+005	30	2.15	72
Viaducto sobre Río Valdavia	48+920	30	2.15	282
Viaducto sobre el Arroyo de Valdeherreros	60+840	30	2.15	102

- Sección **cajón** postesado, para estructuras hiperétáticas con luces entre 30,0 y 70,0 m. Esta sección se comporta permite reducir el peso propio y presenta un buen comportamiento a torsión.

  El canto de la sección cajón postesado propuesto para salvar los 45 m de luz necesarios será de 3,20 m



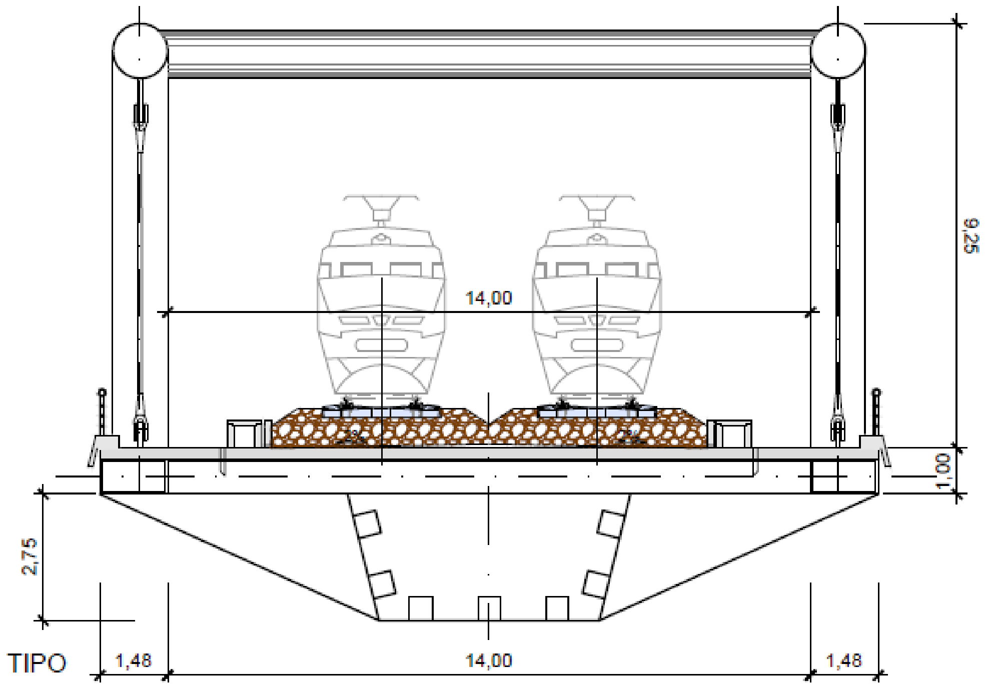
A continuación, se presenta la tabla de las estructuras tipo cajón:

Denominación	PK inicial	Luz vano a salvar (m)	Canto estimado (m)	Longitud (m)
Viaducto sobre P-991 y Río Carrión	8+828	45	3.2	378
Viaducto sobre FFCC. Canal Río Ucieza	15+870	45	3.2	243
Viaducto sobre el Arroyo de la Laguna	43+315	45	3.2	108
Viaducto sobre Autovía Camino de Santiago (A-231)	47+680	45	3.2	108

- Estructuras **singulares**, ya sea por la longitud del vano a salvar o por requerimientos estéticos. En la alternativa tratada se adopta la tipología mixta con arco superior y tablero mixto inferior. Manteniendo la sección mixta en los vanos de aproximación.

Denominación	PK inicial	Luz vano a salvar (m)	Canto estimado (m)	Longitud (m)
Viaducto sobre Canal de Castilla	31+494	55	4	132

El tablero propuesto para salvar los 55 m de luz necesarios ha sido mixto de 2,75 m de canto. En tanto del tablero resulta más adecuado para los vanos de compensación (laterales) de 38,5 m de luz que pare el central, el cual aprovecha el arco superior que a la vez cumple con una función estética debido a la singularidad del elemente salvado.



SECCIÓN TIPO

A continuación se realizara una descripción somera de las características de los distintos viaductos que será necesarios ejecutar para solucionar la alternativa.

Viaducto sobre llanura Río Carrión.

- Tipología: sección tipo losa aligerada de hormigón postesado hiperestático de 14,0 m de anchura (doble vía). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 1,80 m.
- Número de vanos 16 vanos: 17.5+13x25+17.5m.
- Distribución de vanos 17,5 + 13 x 25 + 17,5.
- Longitud 385 m (PK 8+110 a PK 8+495).
- Obstáculos a salvar: llanura del río Carrión.
- Cimentación profunda.

Viaducto sobre P991 y Río Carrión.

- Tipología: sección tipo cajón postesado hiperestático de 14,0 m de anchura (tipo viga para doble vía). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 3.20 m.
- Número de vanos 9 vanos.
- Distribución de vanos 31.5 + 7 x 45 + 31.5.
- Longitud 378 m (PK 8+828 a PK 9+212).
- Obstáculos a salvar: carretera P-991 y Río Carrión.
- Cimentación profunda.

Viaducto sobre la carretera P-990.

- Tipología: sección tipo losa aligerada de hormigón postesado hiperestático de 14,0 m de anchura (doble vía). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 2,15 m.
- Número de vanos 1 vano.
- Distribución de vanos 25.
- Longitud 25 m (PK 12+162 a PK 12+187).
- Obstáculos a salvar: carretera P-990.
- Cimentación profunda.

Viaducto sobre el sobre Río Carrión.

- Tipología: sección tipo losa aligerada de hormigón postesado hiperestático de 14,0 m de anchura (doble vía). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 2,50 m.
- Número de vanos 9 vanos.
- Distribución de vanos 24,5 + 7 x 35 + 24,5.
- Longitud 294 m (PK 14+053 a PK 14+347).
- Obstáculos a salvar: llanura de inundación del Río Carrión.
- Cimentación profunda.

Viaducto sobre FFCC. Canal Río Ucieza.

- Tipología: sección tipo cajón postesado hiperestático de 14,0 m de anchura (tipo viga para doble vía). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 3.2 m.
- Número de vanos 6 vanos.
- Distribución de vanos 31.5 + 4 x 45 + 31.5.
- Longitud 243 m (PK 15+870 a PK 16+113).
- Obstáculos a salvar: carretera. FFCC. Canal Río Ucieza
- Cimentación profunda.

Viaducto sobre el Canal de Palencia.

- Tipología: sección tipo losa aligerada de hormigón postesado isostático de 14,0 m de anchura (doble vía). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 2,15 m.
- Número de vanos 3 vanos.
- Distribución de vanos 21 + 30 + 21.
- Longitud 72 m (PK 16+505 a PK 16+577).
- Obstáculos a salvar: canal de Palencia.
- Cimentación profunda.

Viaducto sobre carretera N-611.

- Tipología: sección tipo losa aligerada de hormigón postesado isostático de 14,0 m de anchura (doble vía). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 2,5 m.
- Número de vanos 4 vanos.
- Distribución de vanos 24,5 + 2 x 35 + 24,5.
- Longitud 119 m (PK 17+575 a PK 17+994).
- Obstáculos a salvar: carretera N-611.
- Cimentación superficial.

Viaducto sobre el sobre Arroyo del Berco.

- Tipología: sección tipo losa aligerada de hormigón postesado hiperestático de 14,0 m de anchura (doble vía). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 2,50 m.
- Número de vanos 1 vanos.
- Distribución de vanos 30 m.
- Longitud 30 m (PK 29+024 a PK 29+054).
- Obstáculos a salvar: arroyo del Berco.
- Cimentación profunda.

Viaducto sobre sobre el Canal de Castilla.

- Tipología: sección mixta con arco en el vano central (péndolas separadas unos 4,0 m) de 14,0 m de anchura (doble vía). Tipología singular condicionada principalmente por motivos estéticos.
- Canto 2,75 m.
- Número de vanos 3 vanos.
- Distribución de vanos 38,5 + 55 + 38,5.
- Longitud 132 m (PK 31+494 a PK 31+626).
- Obstáculos a salvar: canal de castilla.
- Cimentación superficial.

Viaducto sobre el Arroyo de la Laguna.

- Tipología: sección tipo cajón postesado hiperestático de 14,0 m de anchura (tipo viga para doble vía). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 3.2 m.
- Número de vanos 3 vanos.
- Distribución de vanos 31.5 + 45 + 31.5.
- Longitud 108 m (PK 43+315 a PK 43+423).
- Obstáculos a salvar: Arroyo de la Laguna
- Cimentación profunda.

Viaducto sobre sobre el Río Vallarna.

- Tipología: sección tipo losa aligerada de hormigón postesado hiperestático de 14,0 m de anchura (doble vía). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 2,15 m.
- Número de vanos 10 vanos.
- Distribución de vanos 21 + 8 x 30 + 21m.
- Longitud 282 m (PK 44+511 a PK 44+793).
- Obstáculos a salvar: río Vallarna.
- Cimentación superficial excepto las dos primeras pilas.

Viaducto sobre el Canal de Osorno.

- Tipología: sección tipo losa aligerada de hormigón postesado hiperestático de 14,0 m de anchura (doble vía). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 2.5 m.
- Número de vanos 3 vanos.
- Distribución de vanos 24,5 + 35 + 24,5.
- Longitud 84 m (PK 47+440 a PK 47+524).
- Obstáculos a salvar: Canal de Osorno.
- Cimentación superficial.

<u>Viaducto sobre Autovía Camino de Santiago (A-231).</u>

- Tipología: sección tipo cajón postesado hiperestático de 14,0 m de anchura (tipo viga para doble vía). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 3.2 m.
- Número de vanos 3 vanos.
- Distribución de vanos 31,5 + 45 + 31,5.
- Longitud 108 m (PK 47+680 a PK 47+788).
- Obstáculos a salvar: Arroyo de la Laguna
- Cimentación profunda.

<u>Viaducto sobre el sobre carretera N-120.</u>

- Tipología: sección tipo losa aligerada de hormigón postesado hiperestático de 14,0 m de anchura (doble vía). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 2,15 m.
- Número de vanos 3 vanos.
- Distribución de vanos 21 + 30 + 21.
- Longitud 72 m (PK 48+005 a PK 48+077).
- Obstáculos a salvar: carretera N-120.
- Cimentación profunda.

<u>Viaducto sobre el sobre el Río Valdavia.</u>

- Tipología: sección tipo losa aligerada de hormigón postesado hiperestático de 14,0 m de anchura (doble vía). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 2,15 m.
- Número de vanos 10 vanos.
- Distribución de vanos 21 + 8 x 30 + 21.
- Longitud 282 m (PK 48+920 a PK 49+202).
- Obstáculos a salvar: el río Valdavia.
- Cimentación profunda.

<u>Viaducto sobre el sobre el Arroyo de Valdeherreros.</u>

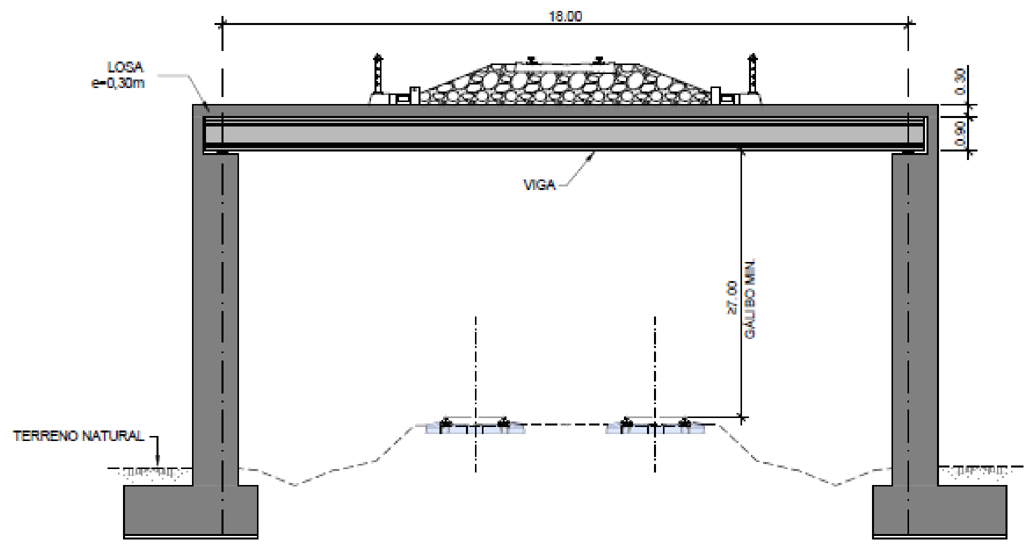
- Tipología: sección tipo losa aligerada de hormigón postesado hiperestático de 14,0 m de anchura (doble vía). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 2,15 m.
- Número de vanos 4 vanos.
- Distribución de vanos 21 + 2 x 30 + 21.
- Longitud 102 m (PK 60+840 a PK 60+942).
- Obstáculos a salvar: el Arroyo de Valdeherreros.
- Cimentación profunda.

4.2. PÉRGOLAS

Se empelarán soluciones tipo pérgola cuando el trazado se cruza con el elemento a salvar con un esviaje elevado. Con esta solución estructural es posible recurrir a secciones de menor canto aunque con longitudes mayores.

La solución empleada para estas estructuras será la de tablero de vigas prefabricadas con losa in situ de hormigón armado sobre ellas. Dicho tablero apoyará sobre estribos de muro continuo combinado con pilas donde será posible, permitiendo de esta manera la entra de luz al interior.

El canto necesario dependerá de la luz realmente salvada.



En la alternativa Carrión Este será necesario ejecutar las siguientes pérgolas:

Denominación	PK inicial	Luz vano a salvar (m)	Canto estimado (m)	Longitud (m)
Pérgola sobre vía FFCC corredor León	0+470	18	1.2	120
Pérgola sobre Canal de Palencia - I	6+435	15	1.1	110
Pérgola sobre Canal de Palencia - II	7+330	15	1.1	50
Pérgola sobre A-67	18+680	35	2.5	110
Pérgola sobre Canal del Pisuerga	21+690	12	0.8	60
Pérgola sobre FFCC (I)	39+615	30	2.15	140
Pérgola sobre N-611	45+800	20	1.5	130
Pérgola sobre Autovía A-67	57+200	40	2.85	180

Pérgola sobre la línea ferroviaria del corredor de León.

- Gálibo horizontal 18,0 m (posibilidad de duplicar la línea existente).
- Longitud 120 m.
- Gálibo vertical mínimo 7,0 m.
- Tablero prefabricado de vigas de 0,90 m de canto separadas 1,50 m sobre las que se extenderá la losa de hormigón armado de 0,30 m de espesor (espesor total de 1,20 m).

El tablero descansará sobre muro de hormigón armado (espesor 1,20 m) o pilas circulares (1,0 m de diámetro separadas 2,0 m) en función de si empuja terreno en trasdós o no.

Está previsto el recurrir a una cimentación profunda debido a las exigencias geotécnicas de la zona.

Pérgola sobre el canal de Palencia-I.

- Gálibo horizontal 15,0 m (posibilidad de duplicar la línea existente).
- Longitud 110 m.
- Gálibo vertical mínimo 5,0 m.
- Tablero prefabricado de vigas de 0,80 m de canto separadas 1,50 m sobre las que se extenderá la losa de hormigón armado de 0,30 m de espesor (espesor total de 1,10 m).

El tablero descansará sobre muro de hormigón armado (espesor 1,20 m) o pilas circulares (1,0 m de diámetro separadas 2,0 m) en función de si empuja terreno en trasdós o no.

Está previsto el recurrir a una cimentación superficial debido a las exigencias geotécnicas de la zona.

Pérgola sobre el canal de Palencia-II.

- Gálibo horizontal 15,0 m (posibilidad de duplicar la línea existente).
- Longitud 50 m.
- Gálibo vertical mínimo 5,0 m.
- Tablero prefabricado de vigas de 0,80 m de canto separadas 1,50 m sobre las que se extenderá la losa de hormigón armado de 0,30 m de espesor (espesor total de 1,10 m).

El tablero descansará sobre muro de hormigón armado (espesor 1,20 m) o pilas circulares (1,0 m de diámetro separadas 2,0 m) en función de si empuja terreno en trasdós o no.

Está previsto el recurrir a una cimentación superficial debido a las exigencias geotécnicas de la zona.

Pérgola sobre la Autovía A-67.

- Gálibo horizontal 35,0 m (salva las dos calzadas y la mediana de la autovía)
- Longitud 110 m.
- Gálibo vertical mínimo 5,50 m.
- Tablero prefabricado de vigas de 2,20 m de canto separadas 1,30 m sobre las que se extenderá la losa de hormigón armado de 0,30 m de espesor (espesor total de 2,50 m).

El tablero descansará sobre muro de hormigón armado (espesor 1,20 m) o pilas circulares (1,0 m de diámetro separadas 2,0 m) en función de si empuja terreno en trasdós o no.

Está previsto el recurrir a una cimentación superficial debido a las exigencias geotécnicas de la zona.

Pérgola sobre el canal del Pisuerga.

- Gálibo horizontal 12,0 m (posibilidad de duplicar la línea existente).
- Longitud 60 m.
- Gálibo vertical mínimo 7,0 m.
- Tablero prefabricado de vigas de 0,50 m de canto separadas 1,50 m sobre las que se extenderá la losa de hormigón armado de 0,30 m de espesor (espesor total de 0,80 m).

El tablero descansará sobre muro de hormigón armado (espesor 1,20 m) o pilas circulares (1,0 m de diámetro separadas 2,0 m) en función de si empuja terreno en trasdós o no.

Está previsto el recurrir a una cimentación superficial debido a las exigencias geotécnicas de la zona.

Pérgola sobre el ferrocarril.

- Gálibo horizontal 18,0 + 12,0 m (ferrocarril y canalización).
- Longitud 140 m.
- Gálibo vertical mínimo 7,0 m.
- Tablero prefabricado de vigas de 0,90 m de canto separadas 1,50 m sobre las que se extenderá la losa de hormigón armado de 0,30 m de espesor (espesor total de 1,20 m).

El tablero descansará sobre muro de hormigón armado (espesor 1,20 m) o pilas circulares (1,0 m de diámetro separadas 2,0 m) en función de si empuja terreno en trasdós o no.

Está previsto el recurrir a una combinación de cimentación superficial y profunda debido a las exigencias geotécnicas de la zona.

Pérgola sobre la carretera N-611.

- Gálibo horizontal 20,0 m (posibilidad de duplicar la línea existente).
- Longitud 130 m.
- Gálibo vertical mínimo 7,0 m.
- Tablero prefabricado de vigas de 1,20 m de canto separadas 1,50 m sobre las que se extenderá la losa de hormigón armado de 0,30 m de espesor (espesor total de 1,50 m).

El tablero descansará sobre muro de hormigón armado (espesor 1,20 m) o pilas circulares (1,0 m de diámetro separadas 2,0 m) en función de si empuja terreno en trasdós o no.

Está previsto el recurrir a una cimentación superficial debido a las exigencias geotécnicas de la zona.

Pérgola sobre la Autovía A-67.

- Gálibo horizontal 40,0 m (salva las dos calzadas y la mediana de la autovía)
- Longitud 180 m.
- Gálibo vertical mínimo 7,0 m.
- Tablero prefabricado de vigas de 2,85 m de canto separadas 2,55 m sobre las que se extenderá la losa de hormigón armado de 0,30 m de espesor (espesor total de 2,85 m).

El tablero descansará sobre muro de hormigón armado (espesor 1,20 m) o pilas circulares (1,0 m de diámetro separadas 2,0 m) en función de si empuja terreno en trasdós o no.

Está previsto el recurrir a una cimentación profunda debido a las exigencias geotécnicas de la zona.

4.3. PASOS SUPERIORES

Como se ha comentado en el primero de los apartados se ha distinguido entre los pasos superiores de carreteras y de caminos, debido a que se encontrarán sometidos a distintas solicitaciones (IMD) y en consecuencia a necesidades de plataforma.

Pasos superiores de carreteras.

Se empleara la tipología de tableros postesados hiperestáticos con una anchura función del tipo de carretera:

Carreteras provinciales de 12,0 m:

- Calzada de 9,0 m.
- Aceras de 1,00 m más 0,5 m para sistema de contención de vehículos.

Carreteras autonómicas de 11,0 m:

- Calzada de 8,0 m.
- Aceras de 1,00 m más 0,5 m para sistema de contención de vehículos.

En ambos casos se empleará una solución de tres (3) vanos hiperestáticos (15.0 +18.0 + 15.0), requiriendo un canto de 1,0 m.

En la siguiente tabla se representan las estructuras englobadas en esta clasificación.

PASO	P.K.	VÍA
PS-25.0 / PP-4301	25+020	Carretera PP-4301
PS-28.1 / P-430	28+180	Carretera P-430
PS-30.7 / P-431	30+760	Carretera P-431
PS-33.9 / P-434	33+955	Carretera P-434
PS-37.1 / PP-4331	37+130	Carretera PP-4331
PS-59.9 / PP-2321	59+945	Carretera PP-2321
PS-63.6 / P-232	63+645	Carretera P-232

Pasos superiores de caminos.

La diferencia con los pasos de carretera habituales es que su anchura será menor debido a que los caminos estarán sometidos a una intensidad de tráfico inferior.

En este caso también se empleará losa postesada hiperestáticas con un canto de 1,0 m, los vanos a disponer serán 15,0 + 18,0 + 15,0.

La plataforma tendrá una anchura de 8,00 m permitiendo encajar una calzada de 6,0 m de anchura y dos aceras de 0,8 m y 0,20 m para la barrera.

En la siguiente tabla se representan las estructuras englobadas en esta clasificación.

PASO	P.K.	VÍA
PS-5.0	5+050	Camino
PS-10.9	10+900	Camino de la Marranera (Vía pecuaria)
PS-22.5	22+550	Cruce de caminos
PS-26.7	26+710	Camino del Río
PS-29.8	29+830	Camino
PS-35.7	35+790	Camino
PS-37.9	37+955	Camino
PS-40.7	40+750	Camino de Marcilla
PS-50.2	50+240	Camino
PS-52.0	52+050	Camino
PS-54.2	54+200	Camino
PS-55.6	55+655	Camino
PS-58.8	58+825	Camino
PS-62.4	62+450	Camino (Vía pecuaria)

4.4. PASOS INFERIORES

Al igual que en el caso anterior se distinguirá entre carretera y camino adaptando cada uno de ellos a los necesidades particulares.

En ambos casos se ha adoptado la solución tipo marco, adecuada para cualquier tipo de terreno debido a que consigue un adecuado reparto mediante la losa inferior.

<u>Paso inferior carreteras.</u>

La geometría del marco propuesto será función de la carretera:

Carreteras provinciales:

- Gálibo vertical 5,50 m.
- Gálibo horizontal 10,0 m.
- Ancho losa superior 1,20 m.
- Espesor de muro 1,20 m

Carreteras autonómicas:

- Gálibo vertical 5,30 m.
- Gálibo horizontal 14,0 m.
- Ancho losa superior 1,40 m.
- Espesor de muro 1,40 m

En las carreteras autonómicas se realizarán las modificaciones estructurales pertinentes para alcanzar los 14,0 m de gálibo horizontal.

En la siguiente tabla se representan la localización de las estructuras englobadas en esta categoría.

PASO	P.K.	VÍA
PI-15.4 / P-984	15+437	Carretera P-984
PI-19.3 / P-420	19+395	Carretera P-420
PI-19.9 / PP-4304	19+915	Carretera PP-4304
PI-42.8 / PP-4332	42+845	Carretera PP-4332
PI-48.6 / P-245	48+685	P-245

<u>Paso inferior caminos.</u>

La geometría del marco empleada en este caso será:

- Gálibo vertical 5,30 m.
- Gálibo horizontal 8,0 m.
- Ancho losa superior 0,9 m.
- Espesor de muro 0,9 m

En la siguiente tabla se representan la localización de las estructuras englobadas en esta categoría.

PASO	P.K.	VÍA
PI-12.5	12+555	Camino Arroyo de Mellanzos
PI-21.5	21+500	Camino
PI-24.0	24+060	Camino
PI-32.5	32+460	Camino
PI-41.2	41+275	Camino

PASO	P.K.	VÍA
PI-47.2	47+210	Camino Francés
PI-53.0	53+090	Camino
PI-56.8	56+855	Camino (Vía pecuaria)
PI-57.6	57+635	Camino

5. ALTERNATIVA AGUILAR-ESTE

Al igual que en el resto de alternativa se presenta una análisis de las estructuras requeridas para solventar el trazado, agrupadas por tipologías y comportamiento homogéneo según se desarrolla a continuación.

5.1. VIADUCTOS

Siguiendo los criterios habituales las tipologías vienen condicionadas por las luces necesarias para salvar obstáculos con el trazado.

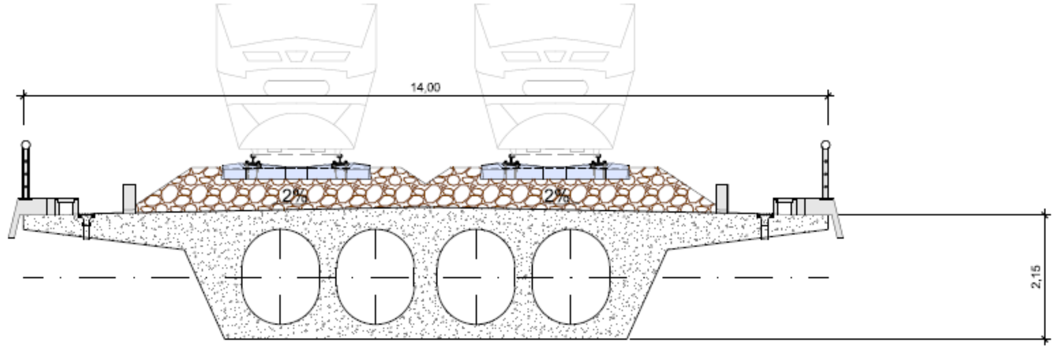
Al igual que en las alternativas anteriores se recurre a tres tipologías diferenciadas:

- **Losa** de hormigón **postesada** aligerada, con el tablero tipo viga de comportamiento hiperestático o isostático, empleada para las estructuras con vanos hasta 35,0 m de luz.

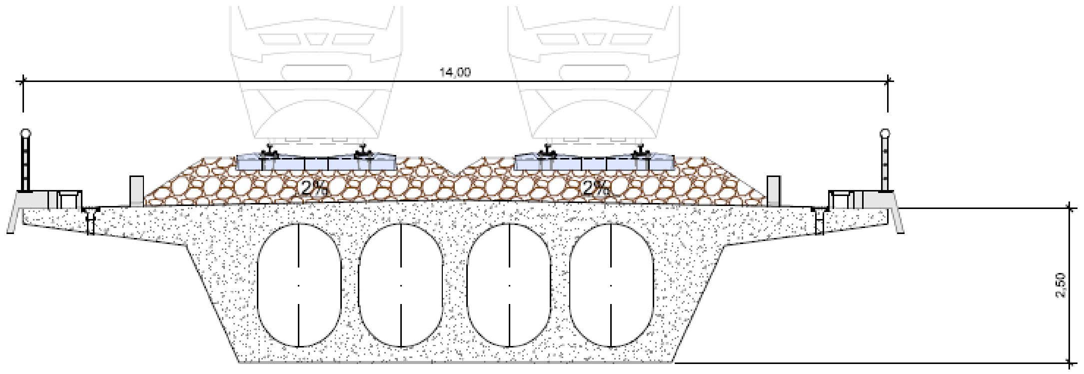
  Las luces empleadas en estas tipologías han sido:

  - Luz de cálculo de 30 m.
  - Luz de cálculo de 35 m.

  Losa aligerada postesada de 2,15 m de canto para salvar luces de 30 m, empleada en puentes tipo viga (hiperestáticos).



  Losa aligerada postesada de 2,50 m de canto para salvar luces de 35 m, empleada en puentes tipo viga (hiperestáticos) e isostáticos de 30,0 m.

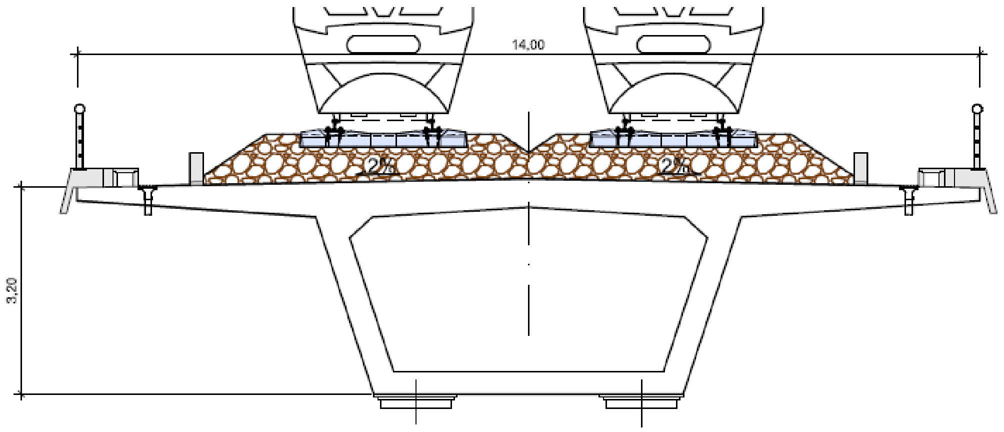


Los viaductos del tramo de la tipología descrita serán los presentados en la siguiente tabla:

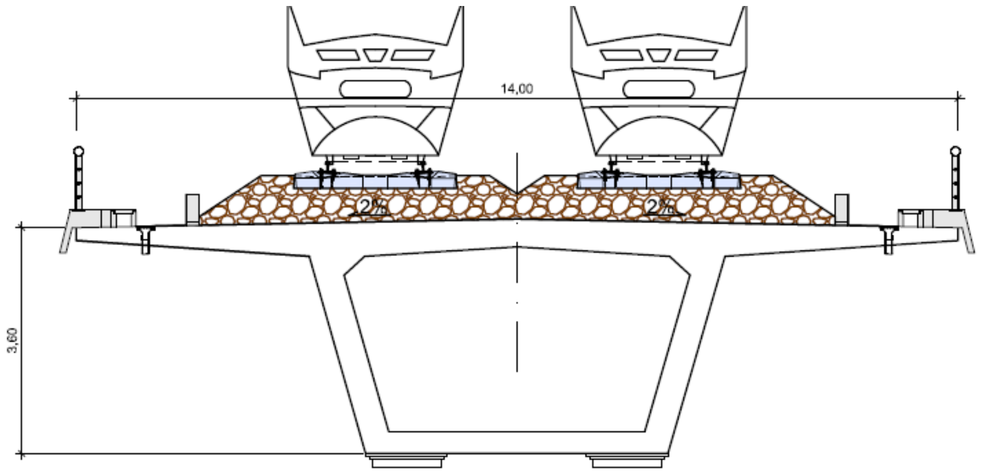
Denominación	PK inicial	Luz vano a salvar (m)	Canto estimado (m)	Longitud (m)
Viaducto sobre la P-223	78+865	30	2.5	30
Viaducto sobre PP-2231	84+060	35	2.5	294
Viaducto sobre el Arroyo de las Udrías	85+325	35	2.5	154
Viaducto Olleros del Pisuerga	87+255	35	2.5	259
Viaducto sobre Río Ritobas	90+260	30	2.15	132

- Sección cajón postesado, para estructuras hiperestáticas con luces de 35,0 m a 55,0 m. Esta sección se comporta permite reducir el peso propio y presenta un buen comportamiento a torsión.

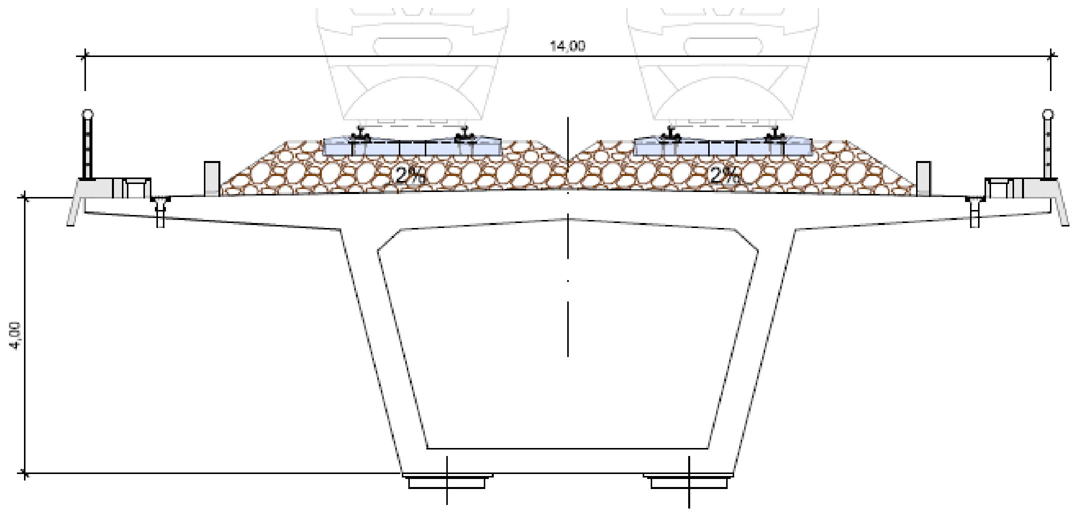
El canto de la sección cajón postesado propuesto para salvar los 45 m de luz necesarios será de 3,20 m



El canto de la sección cajón postesado propuesto para salvar los 50 m de luz necesarios será de 3,60 m



El canto de la sección cajón postesado propuesto para salvar los 55 m de luz necesarios será de 4,0 m



Los viaductos del tramo de la tipología descrita serán los presentados en la siguiente tabla:

Denominación	PK inicial	Luz vano a salvar (m)	Canto estimado (m)	Longitud (m)
Viaducto sobre Río Boedo	66+220	55	4	187
Viaducto sobre Río Burejo	70+700	45	3.2	153
Viaducto sobre N-611	82+405	50	3.6	120
Viaducto sobre Río Pisuerga	92+015	55	4	297

A continuación se realizara una descripción somera de las características de los distintos viaductos que será necesarios ejecutar para solucionar la alternativa.

Viaducto sobre sobre Río Boedo.

- Tipología: sección tipo cajón postesado hiperestático de 14,0 m de anchura (tipo viga para doble vía). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 4,00 m.
- Número de vanos 4 vanos.
- Distribución de vanos 38,5 + 2 x 55 + 38,5.
- Longitud 187 m (PK 66+220 a PK 66+407).
- Obstáculos a salvar: río Boedo.
- Cimentación profunda.

Viaducto sobre sobre Río Burejo.

- Tipología: sección tipo cajón postesado hiperestático de 14,0 m de anchura (tipo viga para doble vía). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 3,20 m.
- Número de vanos 4 vano.
- Distribución de vanos 31,5 + 2 x 45 + 31,5.
- Longitud 153 m (PK 70+700 a PK 70+853).
- Obstáculos a salvar: río Burejo.
- Cimentación superficial.

Viaducto sobre la carretera P-223.

- Tipología: sección tipo losa aligerada de hormigón postesado isostática de 14,0 m de anchura (doble vía). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 2,50 m.
- Número de vanos 1 vano.
- Distribución de vanos 30.
- Longitud 30 m (PK 78+865 a PK 78+895).
- Obstáculos a salvar: carretera P-223.
- Cimentación superficial.

Viaducto sobre sobre la carretera N-611.

- Tipología: sección tipo cajón postesado hiperestático de 14,0 m de anchura (tipo viga para doble vía). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 3,60 m.
- Número de vanos 3 vanos.
- Distribución de vanos 35 + 50 + 35.
- Longitud 120 m (PK 82+405 a PK 82+525).
- Obstáculos a salvar: carretera N-611.
- Cimentación superficial.

Viaducto sobre la carretera PP-2231.

- Tipología: sección tipo losa aligerada de hormigón postesado hiperestático de 14,0 m de anchura (doble vía). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 2,50 m.
- Número de vanos 9 vanos.
- Distribución de vanos 24,5 + 7 x 35 + 24,5.
- Longitud 294 m (PK 84+060 a PK 84+354).
- Obstáculos a salvar: carretera PP-2231.
- Cimentación superficial.

Viaducto sobre el arroyo de las Udrías.

- Tipología: sección tipo losa aligerada de hormigón postesado hiperestático de 14,0 m de anchura (doble vía). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 2,50 m.
- Número de vanos 5 vanos.
- Distribución de vanos 24,5 + 3 x 35 + 24,5.
- Longitud 154 m (PK 85+325 a PK 85+479).
- Obstáculos a salvar: el arroyo de las Udrías.
- Cimentación superficial.

Viaducto Olleros de Pisuerga.

- Tipología: sección tipo losa aligerada de hormigón postesado hiperestático de 14,0 m de anchura (doble vía). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 2,50 m.
- Número de vanos 8 vanos.
- Distribución de vanos 24,5 + 6 x 35 + 24,5.
- Longitud 259 m (PK 87+255 a PK 87+514).
- Obstáculos a salvar: vaguada.
- Cimentación superficial.

Viaducto sobre sobre el río Ritobas.

- Tipología: sección tipo losa aligerada de hormigón postesado hiperestático de 14,0 m de anchura (doble vía). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 2,15 m.
- Número de vanos 5 vanos.
- Distribución de vanos 21 + 3 x 30 + 21.
- Longitud 132 m (PK 90+260 a PK 90+392).
- Obstáculos a salvar: río Ritobas.
- Cimentación superficial.

Viaducto sobre sobre el Río Pisuerga.

- Tipología: sección tipo cajón postesado hiperestático de 14,0 m de anchura (tipo viga para doble vía). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 4,00 m.
- Número de vanos 6 vanos.
- Distribución de vanos 38,5 + 4 x 55 + 38,5.
- Longitud 297 m (PK 92+015 a PK 92+312).
- Obstáculos a salvar: río Pisuerga.
- Cimentación profunda.

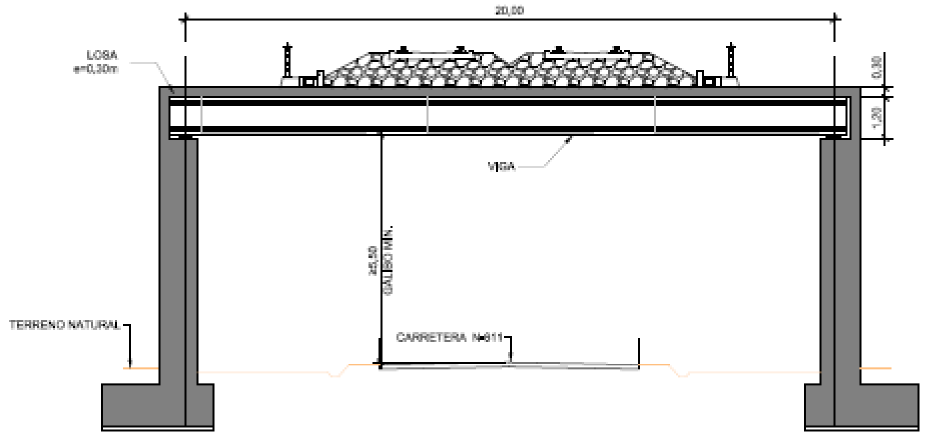
5.2. PÉRGOLAS

Se empelarán soluciones tipo pérgola cuando el trazado se cruza con el elemento a salvar con un esviaje elevado. Con esta solución estructural es posible recurrir a secciones de menor canto aunque con longitudes mayores.

Este tipo de estructuras se soluciona mediante estribos o muros laterales con losa prefabricada sobre ellos, el canto de la losa (viga + losa in situ) dependerá de la luz a salvar, concretamente para la alternativa tratada serán:

- Sobre carretera 20/25 m.
- Sobre autovía 35/40 m.

Valor que depende del esviaje.



En la alternativa Aguilar Este será necesario ejecutar las siguientes pérgolas:

Denominación	PK inicial	Luz vano a salvar (m)	Canto estimado (m)	Longitud (m)	Ancho (m)
Pérgola sobre A-67	79+500	40	2.85	140	40
Pérgola sobre N-611	81+990	25	1.5	70	25
Pérgola sobre N-611	87+730	20	1.5	80	20
Pérgola sobre A-67	87+775	35	1.8	80	35

Pérgola sobre la Autovía A-67.

- Gálibo horizontal 40,0 m (salva las dos calzadas y la mediana de la autovía)
- Longitud 140 m.
- Gálibo vertical mínimo 5,50 m.
- Tablero prefabricado de vigas de 2,85 m de canto separadas 2,55 m sobre las que se extenderá la losa de hormigón armado de 0,30 m de espesor (espesor total de 2,85 m).

El tablero descansará sobre muro de hormigón armado (espesor 1,20 m) o pilas circulares (1,0 m de diámetro separadas 2,0 m) en función de si empuja terreno en trasdós o no.

Está previsto el recurrir a una cimentación superficial debido a las exigencias geotécnicas de la zona.

Pérgola sobre la carretera N-611.

- Gálibo horizontal 25,0 m (posibilidad de duplicar la línea existente).
- Longitud 70,0 m.
- Gálibo vertical mínimo 5,50 m.

- Tablero prefabricado de vigas de 1,50 m de canto separadas 1,50 m sobre las que se extenderá la losa de hormigón armado de 0,30 m de espesor (espesor total de 1,80 m).

El tablero descansará sobre muro de hormigón armado (espesor 1,20 m) o pilas circulares (1,0 m de diámetro separadas 2,0 m) en función de si empuja terreno en trasdós o no.

Está previsto el recurrir a una cimentación profunda debido a las exigencias geotécnicas de la zona.

Pérgolas sobre la carretera N-611 y Autovía A-67.

Se resuelve mediante dos pérgolas contrapeadas con las siguientes características:

- Gálibo horizontal:
  - 35.0 m sobre autovía.
  - 20,0 m sobre carretera.
- Longitudes 80,0 m.
- Gálibo vertical mínimo 5,50 m.
- Tablero de vigas prefabricadas:
  - Canto de 2,50 m (vigas de 2,20 m y losa in situ de 0,30 m) sobre autovía.
  - Canto de 1,50 m (vigas de 1,20 m y losa in situ de 0,30 m) sobre carretera.

El tablero descansará sobre muro de hormigón armado (espesor 1,20 m) o pilas circulares (1,0 m de diámetro separadas 2,0 m) en función de si empuja terreno en trasdós o no.

La alineación central se resolverá mediante pilas circulares de 1,0 m de diámetro, sobre las que se ejecutará in dintel que soportará las vigas a ambos lados.

Está previsto el recurrir a una cimentación superficial debido a las exigencias geotécnicas de la zona.

5.3. PASOS SUPERIORES

Como se ha comentado en el primero de los apartados se ha distinguido entre los pasos superiores de carreteras y de caminos, debido a que se encontrarán sometidos a distintas solicitaciones (IMD) y en consecuencia a necesidades de plataforma.

Pasos superiores de carreteras.

Se empleara la tipología de tableros postesados hiperestáticos con una anchura función del tipo de carretera:

Carreteras provinciales de 12,0 m:

- Calzada de 9,0 m.
- Aceras de 1,00 m más 0,5 m para sistema de contención de vehículos.

Carreteras autonómicas de 11,0 m:

- Calzada de 8,0 m.
- Aceras de 1,00 m más 0,5 m para sistema de contención de vehículos.

En ambos casos se empleará una solución de tres (3) vanos hiperestáticos (15.0 +18.0 + 15.0), requiriendo un canto de 1,0 m. Para los pasos sobre la autovía A-67 la disposición de vanos será de 15,0 + 18,0 + 18,0 + 15,0 m.

En la siguiente tabla se representan las estructuras englobadas en esta clasificación.

PASO	P.K.	VÍA
PS-69.5 / P-231	69+585	Carretera P-231
PS-70.1 / P-230	70+195	Carretera P-230
PS-78.7 / P-230 (A-67)	78+740 (A-67)	Carretera P-223
PS-70.9 / P-227	70+940	Carretera P-227
PS-92.7 / PP-6201	92+745	Carretera PP-6201

Pasos superiores de caminos.

La diferencia con los pasos de carretera habituales es que su anchura será menor debido a que los caminos estarán sometidos a una intensidad de tráfico inferior.

En este caso también se empleará losa postesada hiperestáticas con un canto de 1,0 m, los vanos a disponer serán 15,0 + 18,0 + 15,0.

La plataforma tendrá una anchura de 8,00 m permitiendo encajar una calzada de 6,0 m de anchura y dos aceras de 0,8 m y 0,20 m para la barrera.

En la siguiente tabla se representan las estructuras englobadas en esta clasificación.

PASO	P.K.	VÍA
PS-65.0	65+000	Camino
PS-67.4	67+465	Camino
PS-68.4	68+425	Camino (Vía pecuaria)
PS-72.8	72+890	Camino (Vía pecuaria)
PS-76.7	76+720	Camino (Vía pecuaria)
PS-78.5	78+550	Camino (Vía pecuaria)

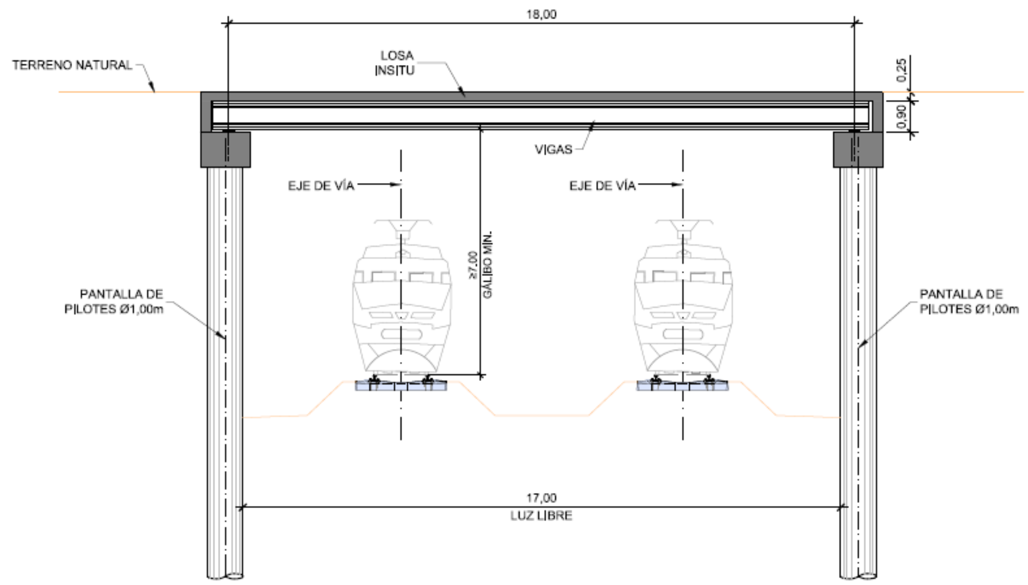
5.4. PASOS INFERIORES

Al igual que en el caso anterior se distinguirá entre carretera y camino adaptando cada uno de ellos a los necesidades particulares.

En ambos casos se ha adoptado la solución tipo marco, adecuada para cualquier tipo de terreno debido a que consigue un adecuado reparto mediante la losa inferior.

Además de estos dos casos habituales de pasos inferiores ha sido necesario realizar otros denominados singulares por sus particularidades, consistentes en pantallas de pilotes con un tablero de vigas prefabricadas sobre ellas.

Este tipo de solución se emplea en el caso de cruces bajo vías de comunicación importantes con una cota suficiente para ello, en la alternativa tratada se emplea para cruzar bajo la autovía A-67.



<u>Pasos inferiores singulares.</u>

Elementos y características de cada uno de ellos:

- Pantallas de pilotes de 1,0 m de diámetro ejecutadas en cortes alternos de calzada y separados 1,50 m entre sí.
- Sobre los pilotes se ejecutarán cabeceros o cargadero para facilitar el apoyo de los tableros superiores poniendo neoprenos entre ambos.
- La separación entre ejes de pantallas será de 18,0 m lo que permitirá encajar la plataforma de 14,0 m de anchura (doble vía).
- Tablero prefabricado sobre las pantallas laterales, con una longitud de 160 m en este caso. El canto del tablero será de 1,15 m de los cuales 0,25 m corresponden a la losa in situ y 0,90 m será el canto de las vigas prefabricadas.
- Se respetará un gálibo mínimo libre bajo el tablero de 7,0 m.
- Muros en prolongación para evitar que el derrame de la excavación entre en la estructura, para ello se prolongarán las pantallas de pilotes sin la disposición de tablero, atadas todas ellas mediante una viga de hormigón armado.

En la siguiente tabla se muestra el resumen de las características más significativas del paso inferior singular bajo la autovía A-67.

Denominación	PK inicial	Luz vano a salvar (m)	Canto estimado (m)	Longitud (m)	Ancho (m)
Paso Inferior bajo A-67	69+350	18	1,3	160	18

<u>Paso inferior carreteras.</u>

La geometría del marco propuesto será:

- Gálibo vertical 5,50 m.
- Gálibo horizontal 10,0 m.
- Ancho losa superior 1,20 m.
- Espesor de muro 1,20 m

En la siguiente tabla se representan la localización de las estructuras englobadas en esta categoría.

PASO	P.K.	VÍA
PI- 87.8 / PP-6200	87+885	Carretera PP-6200
PI- 90.6 / PP-6202	90+610	Carretera PP-6202

<u>Paso inferior caminos.</u>

La geometría del marco empleada en este caso será:

- Gálibo vertical 5,30 m.
- Gálibo horizontal 8,0 m.
- Ancho losa superior 0,9 m.
- Espesor de muro 0,9 m

En la siguiente tabla se representan la localización de las estructuras englobadas en esta categoría.

PASO	P.K.	VÍA
PI-71.9	71+925	Camino

PASO	P.K.	VÍA
PI-73.8	73+815	Camino
PI-75.3	75+390	Camino (Vía pecuaria)
PI-77.6	77+655	Camino (Vía pecuaria)
PI-79.6*	79+665	Camino (Vía pecuaria)
PI-83.4	83+485	Camino
PI-85.1	85+180	Camino
PI-86.9	86+915	Camino

* Dado que esta estructura se usará también como Obra de Drenaje Transversal, su gálibo horizontal será de 10 m.

6. ALTERNATIVA AGUILAR-OESTE

Siguiendo el criterio del resto de alternativas se presenta un análisis de las estructuras requeridas para solventar el trazado, agrupadas por tipologías y comportamiento homogéneo según se desarrolla a continuación.

6.1. VIADUCTOS

Siguiendo los criterios habituales para el encaje de viaductos las tipologías vienen condicionadas por las luces necesarias para salvar obstáculos con el trazado.

Al igual que en las alternativas anteriores se recurre a dos tipologías diferenciadas:

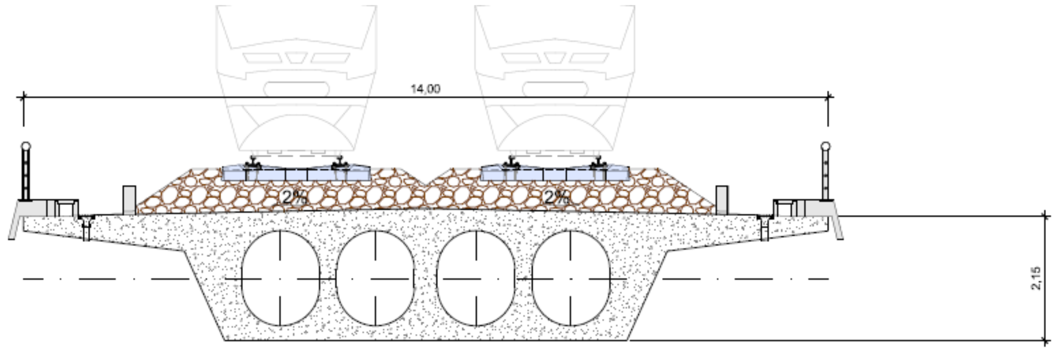
- **Losa** de hormigón **postesada** aligerada, con el tablero tipo viga de comportamiento hiperestático o isostático (en este caso todos hiperestáticos), empleada para las estructuras con vanos hasta 35,0 m de luz.

  Las luces empleadas en estas tipologías han sido:

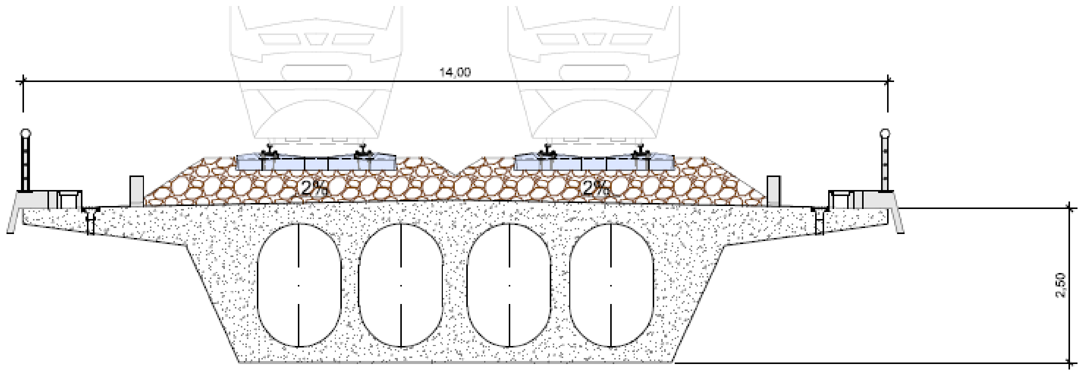
  - Luz de cálculo de 30 m.
  - Luz de cálculo de 35 m.

  Las secciones de tablero propuesta en cada uno de los casos son:

  Losa aligerada postesada de 2,15 m de canto para salvar luces de 30 m, empleada en puentes tipo viga (hiperestáticos).



  Losa aligerada postesada de 2,50 m de canto para salvar luces de 35 m, empleada en puentes tipo viga (hiperestáticos) e isostáticos de 30,0 m.

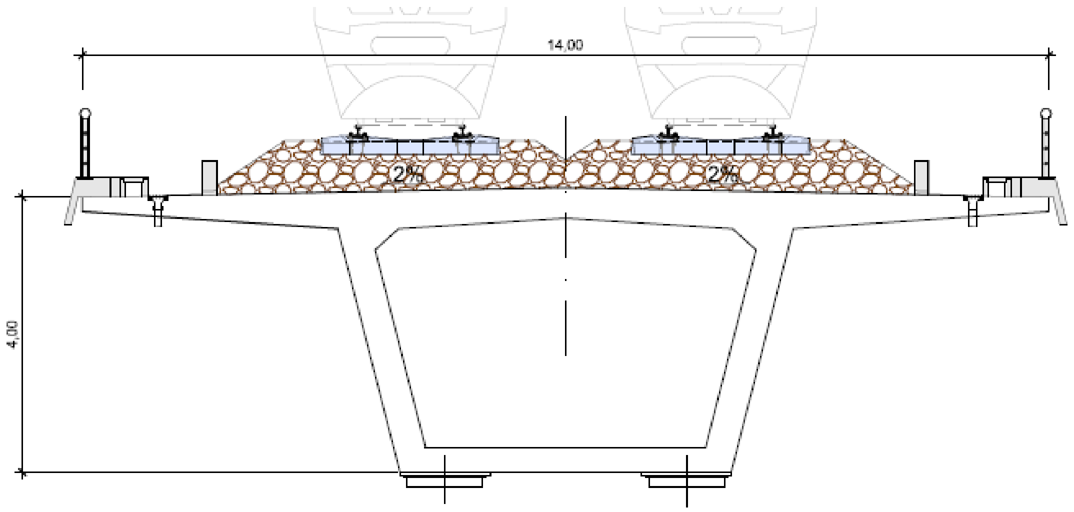


Los viaductos del tramo de la tipología descrita serán los presentados en la siguiente tabla:

Denominación	PK inicial	Luz vano a salvar (m)	Canto estimado (m)	Longitud (m)
Viaducto sobre Río Burejo	70+850	30	2.15	252
Viaducto sobre Arroyo del Molino	82+577	30	2.15	372
Viaducto sobre Arroyo de la Costana	84+085	30	2.15	102
Viaducto sobre Arroyo de las Udrías	85+320	30	2.15	132
Viaducto Olleros de Pisuerga	87+257	35	2.5	259
Viaducto sobre Río Ritobas	90+262	30	2.15	132

- Sección **cajón** postesado, para estructuras hiperestáticas con luces superiores a 35,0 m, para la alternativa analizada se requiere una luz de 55,0 m. Esta sección se comporta permite reducir el peso propio y presenta un buen comportamiento a torsión (solución más optimizada).

El canto de la sección cajón postesado propuesto para salvar los 55 m de luz necesarios será de 4,0 m



- Las estructuras de esta tipología localizadas en el tramo serán las presentadas en la siguiente tabla.

Denominación	PK inicial	Luz vano a salvar (m)	Canto estimado (m)	Longitud (m)
Viaducto sobre Río Boedo	66+054	55	4	187
Viaducto sobre Río Pisuerga	92+020	55	4	297

A continuación se realizara una descripción somera de las características de los distintos viaductos que será necesarios ejecutar para solucionar la alternativa.

Viaducto sobre sobre Río Boedo.

- Tipología: sección tipo cajón postesado hiperestático de 14,0 m de anchura (tipo viga para doble vía). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 4,00 m.
- Número de vanos 4 vanos.
- Distribución de vanos 38,5 + 2 x 55 + 38,5.
- Longitud 187 m (PK 66+054 a PK 66+241).
- Obstáculos a salvar: río Boedo.
- Cimentación profunda.

Viaducto sobre el río Burejo.

- Tipología: sección tipo losa aligerada de hormigón postesado hiperestático de 14,0 m de anchura (doble vía). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 2,15 m.
- Número de vanos 9 vano.
- Distribución de vanos 21 + 7 x 30 + 21.
- Longitud 252 m (PK 70+850 a PK 71+102).
- Obstáculos a salvar: río Burejo.
- Cimentación superficial.

Viaducto sobre el arroyo del Molino.

- Tipología: sección tipo losa aligerada de hormigón postesado hiperestático de 14,0 m de anchura (doble vía). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 2,15 m.
- Número de vanos 13 vanos.
- Distribución de vanos 21 + 11 x 30 + 21.

- Longitud 372 m (PK 82+577 a PK 82+949).
- Obstáculos a salvar: arroyo del Molino.
- Cimentación profunda.

<u>Viaducto sobre el arroyo Arroyo de la Costana.</u>

- Tipología: sección tipo losa aligerada de hormigón postesado hiperestático de 14,0 m de anchura (doble vía). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 2,15 m.
- Número de vanos 4 vanos.
- Distribución de vanos 21 + 30 x 2 + 21
- Longitud 102 m (PK 84+085 a PK 84+187).
- Obstáculos a salvar: el arroyo de la Costana.
- Cimentación superficial.

<u>Viaducto sobre el arroyo de las Udrías.</u>

- Tipología: sección tipo losa aligerada de hormigón postesado hiperestático de 14,0 m de anchura (doble vía). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 2,15 m.
- Número de vanos 5 vanos.
- Distribución de vanos 21 + 3 x 30 + 21.
- Longitud 132 m (PK 85+320 a PK 85+482).
- Obstáculos a salvar: el arroyo de las Udrías.
- Cimentación superficial.

<u>Viaducto Olleros de Pisuerga.</u>

- Tipología: sección tipo losa aligerada de hormigón postesado hiperestático de 14,0 m de anchura (doble vía). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 2,50 m.
- Número de vanos 8 vanos.
- Distribución de vanos 24,5 + 6 x 35 + 24,5.
- Longitud 259 m (PK 87+257 a PK 87+516).
- Obstáculos a salvar: vaguada en Olleros de Pisuerga.
- Cimentación superficial.

<u>Viaducto sobre sobre el río Ritobas.</u>

- Tipología: sección tipo losa aligerada de hormigón postesado hiperestático de 14,0 m de anchura (doble vía). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 2,15 m.
- Número de vanos 5 vanos.
- Distribución de vanos 21 + 3 x 30 + 21.
- Longitud 132 m (PK 90+262 a PK 90+394).
- Obstáculos a salvar: río Ritobas.
- Cimentación superficial.

<u>Viaducto sobre sobre el Río Pisuerga.</u>

- Tipología: sección tipo cajón postesado hiperestático de 14,0 m de anchura (tipo viga para doble vía). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 4,00 m.
- Número de vanos 6 vanos.
- Distribución de vanos 38,5 + 4 x 55 + 38,5.
- Longitud 297 m (PK 92+020 a PK 92+317).
- Obstáculos a salvar: río Pisuerga.
- Cimentación profunda.

6.2. PÉRGOLAS

Se empelarán soluciones tipo pérgola cuando el trazado se cruza con el elemento a salvar con un esviaje elevado. Con esta solución estructural es posible recurrir a secciones de menor canto aunque con longitudes mayores.

Este tipo de estructuras se soluciona mediante estribos o muros laterales con losa prefabricada sobre ellos, el canto de la losa (viga + losa in situ) dependerá de la luz a salvar, concretamente para la alternativa tratada serán:

- Sobre carretera 20 m.
- Sobre autovía 35 m.

Valor que depende del esviaje.

En la alternativa Aguilar Oeste será necesario ejecutar la siguiente pérgola:

Denominación	PK inicial	Luz vano a salvar (m)	Canto estimado (m)	Longitud (m)	Ancho (m)
Pérgola sobre N-611	87+730	20	1.5	80	20
Pérgola sobre A-67	87+775	35	1.8	80	35

Pérgola sobre la carretera N-611 y Autovía A-67.

Se resuelve mediante dos pérgolas contrapeadas con las siguientes características:

- Gálibo horizontal:
  - 35.0 m sobre autovía.
  - 20,0 m sobre carretera.
- Longitud 80,0 m.
- Gálibo vertical mínimo 5,50 m.
- Tablero de vigas prefabricadas:
  - Canto de 2,50 m (vigas de 2,20 m y losa in situ de 0,30 m) sobre autovía.
  - Canto de 1,50 m (vigas de 1,20 m y losa in situ de 0,30 m) sobre carretera.

El tablero descansará sobre muro de hormigón armado (espesor 1,20 m) o pilas circulares (1,0 m de diámetro separadas 2,0 m) en función de si empuja terreno en trasdós o no.

La alineación central se resolverá mediante pilas circulares de 1,0 m de diámetro, sobre las que se ejecutará in dintel que soportará las vigas a ambos lados.

Está previsto el recurrir a una cimentación superficial debido a las exigencias geotécnicas de la zona.

6.3. PASOS SUPERIORES

Como se ha comentado en el primero de los apartados se ha distinguido entre los pasos superiores de carreteras y de caminos, debido a que se encontrarán sometidos a distintas solicitaciones (IMD) y en consecuencia a necesidades de plataforma.

Pasos superiores de carreteras.

Se empleara la tipología de tableros postesados hiperestáticos con una anchura función del tipo de carretera:

Carreteras provinciales de 12,0 m:

- Calzada de 9,0 m.
- Aceras de 1,00 m más 0,5 m para sistema de contención de vehículos.

Carreteras autonómicas de 11,0 m:

- Calzada de 8,0 m.
- Aceras de 1,00 m más 0,5 m para sistema de contención de vehículos.

En ambos casos se empleará una solución de tres (3) vanos hiperestáticos (15.0 +18.0 + 15.0), requiriendo un canto de 1,0 m. Para los pasos sobre la autovía A-67 la disposición de vanos será de 15,0 + 18,0 + 18,0 + 15,0 m.

En la siguiente tabla se representan las estructuras englobadas en esta clasificación.

PASO	P.K.	VÍA
PS-69.9 / P-230	69+910	Carretera P-230
PS-78.7 / P-230 (A-67)	78+740 (A-67)	Carretera P-230
PS-92.7 / PP-6201	92+745	Carretera PP-6201

Pasos superiores de caminos.

La diferencia con los pasos de carretera habituales es que su anchura será menor debido a que los caminos estarán sometidos a una intensidad de tráfico inferior.

En este caso también se empleará losa postesada hiperestáticas con un canto de 1,0 m, los vanos a disponer serán 15,0 + 18,0 + 15,0.

La plataforma tendrá una anchura de 8,00 m permitiendo encajar una calzada de 6,0 m de anchura y dos aceras de 0,8 m y 0,20 m para la barrera.

En la siguiente tabla se representan las estructuras englobadas en esta clasificación.

PASO	P.K.	VÍA
PS-64.8	64+835	Camino
PS-67.2	67+270	Camino
PS-72.1	72+155	Camino (Vía pecuaria)
PS-73.1	73+100	Camino
PS-74.4	74+400	Camino
PS-75.5	75+570	Camino
PS-76.7	76+710	Camino (Vía pecuaria)
PS-79.3	79+385	Camino (Vía pecuaria)
PS-80.6	80+605	Camino
PS-84.5	84+550	Camino

6.4. PASOS INFERIORES

Al igual que en el caso anterior se distinguirá entre carretera y camino adaptando cada uno de ellos a los necesidades particulares.

En ambos casos se ha adoptado la solución tipo marco, adecuada para cualquier tipo de terreno debido a que consigue un adecuado reparto mediante la losa inferior.

Paso inferior carreteras.

La geometría del marco propuesto será función de la carretera:

Carreteras provinciales:

- Gálibo vertical 5,50 m.
- Gálibo horizontal 10,0 m.
- Ancho losa superior 1,20 m.
- Espesor de muro 1,20 m

Carreteras autonómicas:

- Gálibo vertical 5,30 m.
- Gálibo horizontal 14,0 m.
- Ancho losa superior 1,40 m.
- Espesor de muro 1,40 m

En las carreteras autonómicas se realizarán las modificaciones estructurales pertinentes para alcanzar los 14,0 m de gálibo horizontal.

En la siguiente tabla se representan la localización de las estructuras englobadas en esta categoría.

PASO	P.K.	VÍA
PI-68.5 / P-231	68+500	Carretera P-231
PI-71.2 / P-227	71+295	Carretera P-227
PI-78.8 / P-223	78+895	Carretera P-223
PI- 87.8 / PP-6200	87+890	carretera PP-6200
PI-90.6 / PP-6202	90+610	Carretera PP-6202

Paso inferior caminos.

La geometría del marco empleada en este caso será:

- Gálibo vertical 5,30 m.
- Gálibo horizontal 8,0 m.
- Ancho losa superior 0,9 m.
- Espesor de muro 0,9 m

En la siguiente tabla se representan la localización de las estructuras englobadas en esta categoría.

PASO	P.K.	VÍA
PI-83.6	83+690	Camino de Carremolino
PI-85.2	85+200	Camino
PI-86.9	86+920	Camino

7. ALTERNATIVA MAVE-ESTE

Siguiendo el criterio del resto de alternativas se presenta un análisis de las estructuras requeridas para solventar el trazado, agrupadas por tipologías y comportamiento homogéneo según se desarrolla a continuación.

Hasta el P.K. 79+000 las estructuras son comunes a la Alternativa Aguilar Este, por lo que en el presente apartado sólo se recogen las estructuras a disponer a partir del P.K. 79+000.

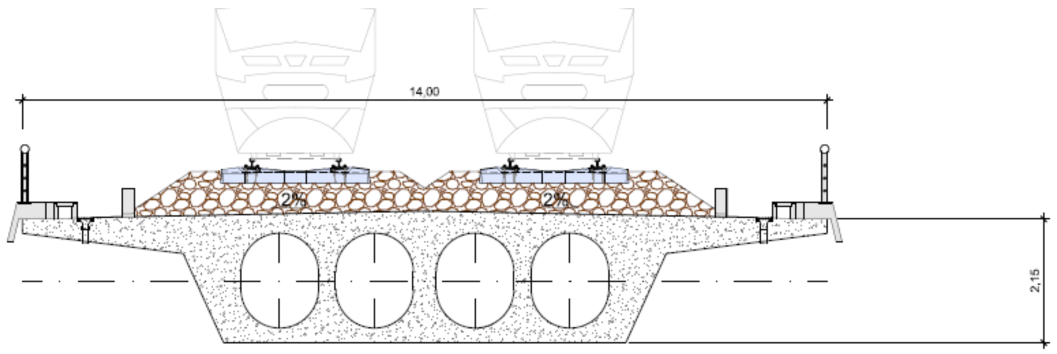
7.1. VIADUCTOS

Siguiendo los criterios habituales para el encaje de viaductos las tipologías vienen condicionadas por las luces necesarias para salvar obstáculos con el trazado.

Al igual que en las alternativas anteriores se recurre a dos tipologías diferenciadas:

- **Losa** de hormigón **postesada** aligerada, con el tablero tipo viga de comportamiento hiperestático o isostático (en este caso todos hiperestáticos), empleada para las estructuras con vanos de 30,0 m de luz.

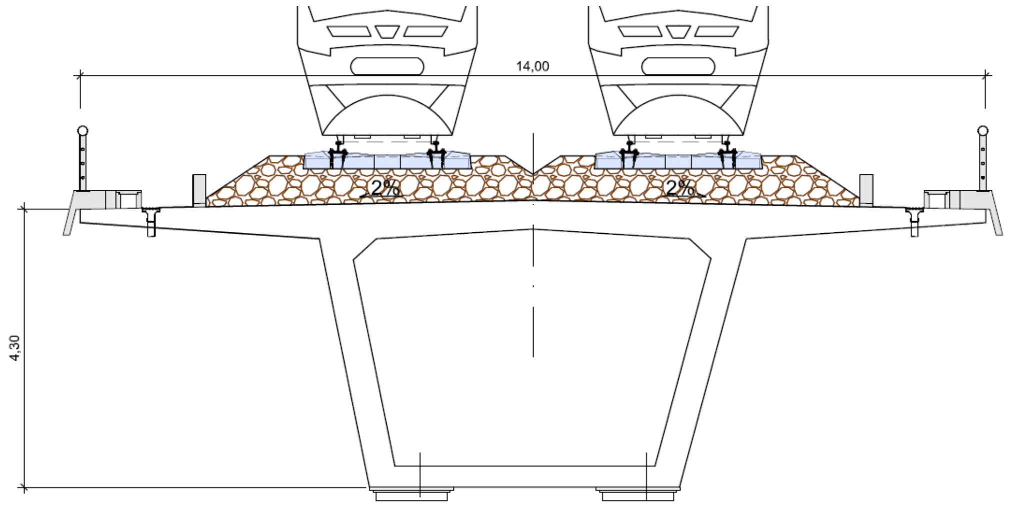
  La losa aligerada postesada propuesta será de 2,15 m de canto para salvar luces de 30 m, empleada en puentes tipo viga (hiperestáticos).



  Los viaductos del tramo de la tipología descrita serán los presentados en la siguiente tabla:

Denominación	PK inicial	Luz vano a salvar (m)	Canto estimado (m)	Longitud (m)
Viaducto sobre N-611 - I	81+910	30	2.15	72
Viaducto sobre N-611 y A-67	83+467	30	2.15	252

- Sección cajón postesado, para estructuras hiperestáticas con luces superiores a los 35,0, en la alternativa tratada serán 60 m. Esta sección se comporta permite reducir el peso propio y presenta un buen comportamiento a torsión.
- La sección cajón postesada propuesta a emplear tendrá un canto de 4,30 m lo que permite salvar una luz de 60,0 m, con vanos tipo viga.



En la siguiente tabla se muestran las características principales del viaducto afectado.

Denominación	PK inicial	Luz vano a salvar (m)	Canto estimado (m)	Longitud (m)
Viaducto sobre Río Pisuerga	84+405	60	4.3	204

A continuación se realizara una descripción somera de las características de los distintos viaductos que será necesarios ejecutar para solucionar la alternativa.

<u>Viaducto sobre la carretera N-611 - I.</u>

- Tipología: sección tipo losa aligerada de hormigón postesado hiperestático de 14,0 m de anchura (doble vía). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 2,15 m.
- Número de vanos 3 vano.
- Distribución de vanos 21 + 30 + 21.
- Longitud 72 m (PK 81+910 a PK 81+982).
- Obstáculos a salvar: carretera N-611.
- Cimentación profunda.

<u>Viaducto sobre la carretera N-611 y autovía A-67.</u>

- Tipología: sección tipo losa aligerada de hormigón postesado hiperestático de 8,50 m de anchura (vía sencilla). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 2,15 m.
- Número de vanos 9 vano.
- Distribución de vanos 21 +7 x 30 + 21.
- Longitud 252 m (PK 83+467 a PK 83+719).

- Obstáculos a salvar: carretera N-611 y autovía A-67.
- Cimentación superficial.

Viaducto sobre sobre el Río Pisuerga.

- Tipología: sección tipo cajón postesado hiperestático de 8,50 m de anchura (tipo viga para vía sencilla). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 4,30 m.
- Número de vanos 4 vanos.
- Distribución de vanos 42 + 2 x 60 + 42.
- Longitud 204 m (PK 84+405 a PK 83+609).
- Obstáculos a salvar: río Pisuerga.
- Cimentación profunda.

7.2. PÉRGOLAS

Se empelarán soluciones tipo pérgola cuando el trazado se cruza con el elemento a salvar con un esviaje elevado. Con esta solución estructural es posible recurrir a secciones de menor canto aunque con longitudes mayores.

En la alternativa Aguilar Oeste será necesario ejecutar las siguientes pérgolas:

Denominación	PK inicial	Luz vano a salvar (m)	Canto estimado (m)	Longitud (m)
Pérgola sobre A-67	79+440	40	2.85	120
Pérgola sobre N-611	82+555	20	1.5	50

Pérgola sobre la autovía A-67.

- Gálibo horizontal 40,0 m (posibilidad de duplicar la línea existente).
- Longitud 120 m.
- Gálibo vertical mínimo 5,50 m.
- Tablero prefabricado de vigas de 2,55 m de canto separadas 1,50 m sobre las que se extenderá la losa de hormigón armado de 0,30 m de espesor (espesor total de 2,85 m).

El tablero descansará sobre muro de hormigón armado (espesor 1,20 m) o pilas circulares (1,0 m de diámetro separadas 2,0 m) en función de si empuja terreno en trasdós o no.

Está previsto el recurrir a una cimentación superficial debido a las exigencias geotécnicas de la zona.

Pérgola sobre la carretera N-611.

- Gálibo horizontal 20,0 m (posibilidad de duplicar la línea existente).
- Longitud 50 m.
- Gálibo vertical mínimo 5,50 m.
- Tablero prefabricado de vigas de 1,20 m de canto separadas 1,50 m sobre las que se extenderá la losa de hormigón armado de 0,30 m de espesor (espesor total de 1,50 m).

El tablero descansará sobre muro de hormigón armado (espesor 1,20 m) o pilas circulares (1,0 m de diámetro separadas 2,0 m) en función de si empuja terreno en trasdós o no.

Está previsto el recurrir a una cimentación superficial debido a las exigencias geotécnicas de la zona.

7.3. PASOS SUPERIORES

Como se ha comentado en el primero de los apartados se ha distinguido entre los pasos superiores de carreteras y de caminos, debido a que se encontrarán sometidos a distintas solicitaciones (IMD) y en consecuencia a necesidades de plataforma.

Pasos superiores de carreteras.

Se empleara la tipología de tableros postesados hiperestáticos con una anchura función del tipo de carretera:

Carreteras provinciales de 12,0 m:

- Calzada de 9,0 m.
- Aceras de 1,00 m más 0,5 m para sistema de contención de vehículos.

Se empleará una solución de tres (3) vanos hiperestáticos (15.0 +18.0 + 15.0), requiriendo un canto de 1,0 m.

En la siguiente tabla se representan las estructuras englobadas en esta clasificación.

PASO	P.K.	VÍA
PS-85.5 / PP-6213	85+535	Carretera PP-6213

7.4. PASOS INFERIORES

Al igual que en el caso anterior se distinguirá entre carretera y camino adaptando cada uno de ellos a los necesidades particulares.

En ambos casos se ha adoptado la solución tipo marco, adecuada para cualquier tipo de terreno debido a que consigue un adecuado reparto mediante la losa inferior.

<u>Paso inferior caminos.</u>

La geometría del marco empleada en este caso será:

- Gálibo vertical 5,30 m.
- Gálibo horizontal 8,0 m.
- Ancho losa superior 0,9 m.
- Espesor de muro 0,9 m

En la siguiente tabla se representan la localización de las estructuras englobadas en esta categoría.

PASO	P.K.	VÍA
PI-79.6*	79+665	Camino (Vía pecuaria)
PI-83.2**	83+225	Camino de Carremolino

* Dado que esta estructura se usará también como Obra de Drenaje Transversal, su gálibo horizontal será de 10 m.

** Dado que esta estructura se usará también como Obra de Drenaje Transversal, su gálibo horizontal será de 12 m.

8. ALTERNATIVA MAVE-OESTE

Siguiendo el criterio del resto de alternativas se presenta un análisis de las estructuras requeridas para solventar el trazado, agrupadas por tipologías y comportamiento homogéneo según se desarrolla a continuación.

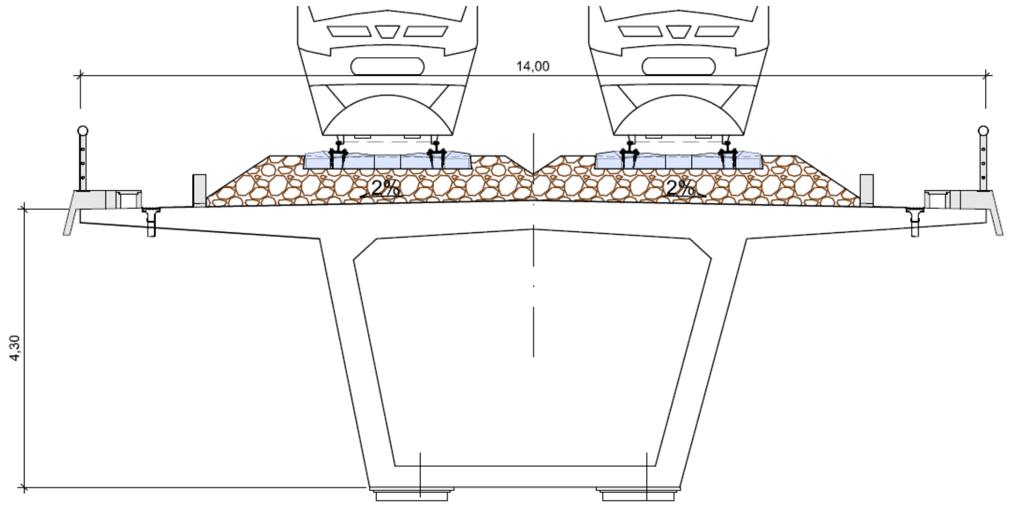
Hasta el P.K. 78+500 las estructuras son comunes a la Alternativa Aguilar Este, por lo que en el presente apartado sólo se recogen las estructuras a disponer a partir del P.K. 78+500.

8.1. VIADUCTOS

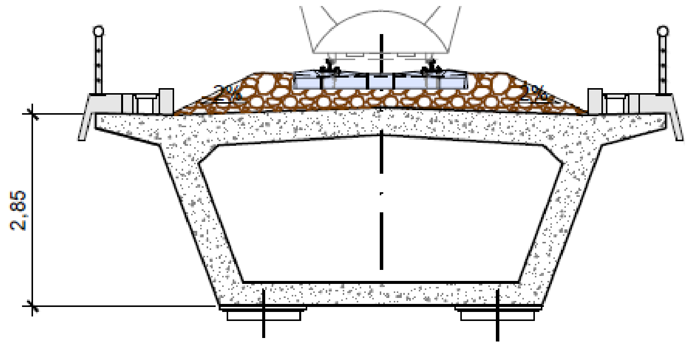
Siguiendo los criterios habituales para el encaje de viaductos las tipologías vienen condicionadas por las luces necesarias para salvar obstáculos con el trazado.

Al igual que en las alternativas anteriores se recurre a una tipología diferenciadas:

- Sección cajón postesado, para estructuras hiperétáticas con luces superiores a los 35,0 m. En la alternativa analizadas se tendrán luces de 40,0 y 60,0 m. Esta sección se comporta permite reducir el peso propio y presenta un buen comportamiento a torsión.
- La sección cajón postesada propuesta para salvar los 60 metros tendrá un canto de 4,30m.



- La sección cajón postesada propuesta para salvar los 40 metros tendrá un canto de 2.85m.



Denominación	PK inicial	Luz vano a salvar (m)	Canto estimado (m)	Longitud (m)
Viaducto sobre N-611 y A-67	83+990	40	2.85	336
Viaducto sobre Río Pisuerga	84+750	60	4.3	384

A continuación se realizara una descripción somera de las características de los distintos viaductos que será necesarios ejecutar para solucionar la alternativa.

Viaducto sobre sobre la carretera N-611 y la autovía A-67.

- Tipología: sección tipo cajón postesado hiperestático de 8,50 m de anchura (tipo viga para vía sencilla). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 2,85 m.
- Número de vanos 9 vanos.
- Distribución de vanos 28 + 7 x 40 + 28.
- Longitud 336 m (PK 83+990 a PK 84+326).
- Obstáculos a salvar: carretera N-611 y la autovía A-67.
- Cimentación superficial.

Viaducto sobre sobre el Río Pisuerga.

- Tipología: sección tipo cajón postesado hiperestático de 8,50 m de anchura (tipo viga para vía sencilla). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 4,30 m.
- Número de vanos 7 vanos.
- Distribución de vanos 42 + 5 x 60 + 42.
- Longitud 384 m (PK 84+750 a PK 85+132).
- Obstáculos a salvar: río Pisuerga.
- Cimentación profunda.

8.2. PASOS SUPERIORES

Como se ha comentado en el primero de los apartados se ha distinguido entre los pasos superiores de carreteras y de caminos, debido a que se encontrarán sometidos a distintas solicitaciones (IMD) y en consecuencia a necesidades de plataforma.

Pasos superiores de carreteras.

Se empleara la tipología de tableros postesados hiperestáticos con una anchura función del tipo de carretera:

Carreteras provinciales de 12,0 m:

- Calzada de 9,0 m.
- Aceras de 1,00 m más 0,5 m para sistema de contención de vehículos.

Carreteras autonómicas de 11,0 m:

- Calzada de 8,0 m.
- Aceras de 1,00 m más 0,5 m para sistema de contención de vehículos.

En ambos casos se empleará una solución de tres (3) vanos hiperestáticos (15.0 +18.0 + 15.0), requiriendo un canto de 1,0 m. Para los pasos sobre la autovía A-67 la disposición de vanos será de 15,0 + 18,0 + 18,0 + 15,0 m.

En la siguiente tabla se representan las estructuras englobadas en esta clasificación.

PASO	P.K.	VÍA
PS-78.7 / P-230 (A-67)	78+740 (A-67)	Carretera P-230
PS-85.9 / PP-6213	85+965	Carretera PP-6213

Pasos superiores de caminos.

La diferencia con los pasos de carretera habituales es que su anchura será menor debido a que los caminos estarán sometidos a una intensidad de tráfico inferior.

En este caso también se empleará losa postesada hiperestáticas con un canto de 1,0 m, los vanos a disponer serán 15,0 + 18,0 + 15,0.

La plataforma tendrá una anchura de 8,00 m permitiendo encajar una calzada de 6,0 m de anchura y dos aceras de 0,8 m y 0,20 m para la barrera.

En la siguiente tabla se representan las estructuras englobadas en esta clasificación.

PASO	P.K.	VÍA
PS-79.3	79+385	Camino (Vía pecuaria)

PASO	P.K.	VÍA
PS-80.6	80+605	Camino

8.3. PASOS INFERIORES

Al igual que en el caso anterior se distinguirá entre carretera y camino adaptando cada uno de ellos a los necesidades particulares.

En ambos casos se ha adoptado la solución tipo marco, adecuada para cualquier tipo de terreno debido a que consigue un adecuado reparto mediante la losa inferior.

Paso inferior carreteras.

La geometría del marco propuesto será:

- Gálibo vertical 5,30 m.
- Gálibo horizontal 14,0 m.
- Ancho losa superior 1,40 m.
- Espesor de muro 1,40 m

En la siguiente tabla se representan la localización de las estructuras englobadas en esta categoría.

PASO	P.K.	VÍA
PI-78.8 / P-223	78+895	Carretera P-223

Paso inferior caminos.

La geometría del marco empleada en este caso será:

- Gálibo vertical 5,30 m.
- Gálibo horizontal 8,0 m.
- Ancho losa superior 0,9 m.
- Espesor de muro 0,9 m

En la siguiente tabla se representan la localización de las estructuras englobadas en esta categoría.

PASO	P.K.	VÍA
PI-82.8	82+850	Camino

9. ALTERNATIVA NOGALES

Siguiendo el criterio del resto de alternativas se presenta un análisis de las estructuras requeridas para solventar el trazado, agrupadas por tipologías y comportamiento homogéneo según se desarrolla a continuación.

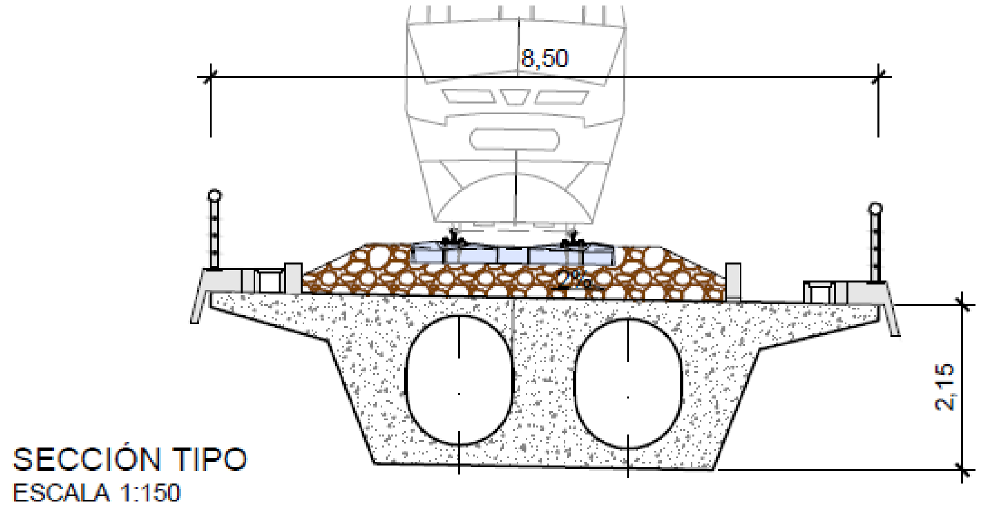
Hasta el P.K. 78+000 las estructuras son comunes a la Alternativa Aguilar Este, por lo que en el presente apartado sólo se recogen las estructuras a disponer a partir del P.K. 78+000.

9.1. VIADUCTOS

Siguiendo los criterios habituales para el encaje de viaductos las tipologías vienen condicionadas por las luces necesarias para salvar obstáculos con el trazado.

Al igual que en las alternativas anteriores se recurre a dos tipologías diferenciadas:

- Losa de hormigón postesada aligerada, con el tablero tipo viga de comportamiento hiperestático o isostático (en este caso todos hiperestáticos), empleada para las estructuras con vanos de 30,90 m de luz.
- La sección a emplear en este caso tendrá un canto de 2,15 m, una anchura de 8,50 m y aligeramientos para reducir el peso propio.



Los viaductos del tramo de la tipología descrita serán los presentados en la siguiente tabla:

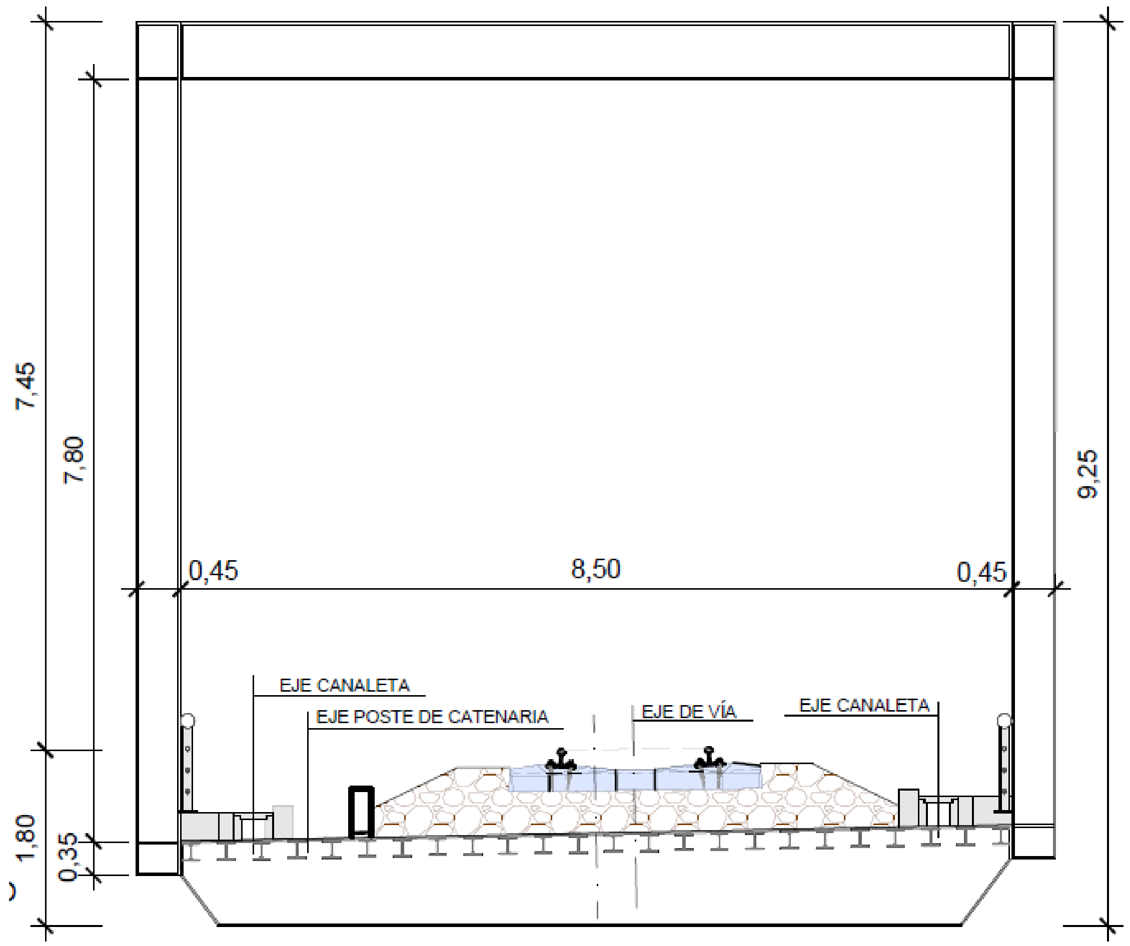
Denominación	PK inicial	Luz vano a salvar (m)	Canto estimado (m)	Longitud (m)
Viaducto sobre la llanura del Río Pisuerga	80+118	30.90	2.15	414

- En este apartado se engloban todos los viaductos que por su complejidad, tanto constructiva como conceptual, quedan fuera de los grupos anteriores.

Un caso particular sería el viaducto sobre el río Pisuerga que debería salvar una longitud de unos 300 m debido a su esviaje y encajado en curva. Para las cargas a las que se verá

sometido y las luces lógicas para trabajar, así como la estética general de la zona, lo más razonable sería recurrir a un viaducto tipo celosía metálico (Justificación presentada en el anejo 1 "Estudio de alternativas estructurales. Viaducto sobre el río Pisuerga").

La tipología a emplear será la de sección celosía metálica sobre la que se ejecutará la vía en balasto, la anchura total será de 9,40 m con un canto total de 9,25 m. En el caso particular de la estructura es toda la sección la que actúa como canto, que al permitir el encaje del ferrocarril en su interior es elevado y la luz que permite salvar también lo será en consecuencia.



Las características principales se representan en la siguiente tabla:

Denominación	PK inicial	Luz vano a salvar (m)	Canto estimado (m)	Longitud (m)
Viaducto sobre el Río Pisuerga	80+532	84	9.25	284

A continuación se realizara una descripción somera de las características de los distintos viaductos que será necesarios ejecutar para solucionar la alternativa.

Viaducto sobre el río Pisuerga.

- Tipología: sección tipo losa aligerada de hormigón postesado hiperestático de 8,50 m de anchura (doble vía). Tipología habitual para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada.
- Canto 2,15 m.
- Número de vanos 14 vanos.
- Distribución de vanos 21,60 + 12 x 30,90 + 21,60.
- Longitud 414 m (PK 80+118 a PK 80+532).
- Obstáculos a salvar: llanura de inundación río Pisuerga.
- Cimentación profunda.

Viaducto sobre el río Pisuerga (celosía metálica).

- Tipología: tablero de sección en celosía metálica, con tramos isostáticos de 8,50 m de anchura libre (9,40 m de anchura para vía sencilla). Se trata de una tipología adecuada para las luces y cargas a las que se verá sometida la estructura tratada, que encaja ambientalmente en la zona.
- Canto 9,25 m (tablero trabaja en conjunto).
- Tablero metálico de 9,40 m de anchura.
- Número de vanos 4 vanos.
- Distribución de vanos 58,0 + 84,0 + 84,0 + 58,0.
- Longitud 284 m (PK 80+532 a PK 80+816).
- Obstáculos a salvar: río Pisuerga.
- Cimentación profunda.

9.2. PASOS SUPERIORES

Como se ha comentado en el primero de los apartados se ha distinguido entre los pasos superiores de carreteras y de caminos, debido a que se encontrarán sometidos a distintas solicitaciones (IMD) y en consecuencia a necesidades de plataforma.

Pasos superiores de carreteras.

Se empleara la tipología de tableros postesados hiperestáticos con una anchura función del tipo de carretera:

Carreteras provinciales de 12,0 m:

- Calzada de 9,0 m.
- Aceras de 1,00 m más 0,5 m para sistema de contención de vehículos.

Carreteras autonómicas de 11,0 m:

- Calzada de 8,0 m.

- Aceras de 1,00 m más 0,5 m para sistema de contención de vehículos.

En ambos casos se empleará una solución de tres (3) vanos hiperestáticos (15.0 +18.0 + 15.0), requiriendo un canto de 1,0 m. Para los pasos sobre la autovía A-67 la disposición de vanos será de 15,0 + 18,0 + 18,0 + 15,0 m.

En la siguiente tabla se representan las estructuras englobadas en esta clasificación.

PASO	P.K.	VÍA
PS-78.7 / P-230 (A-67)	78+740 (A-67)	Carretera P-230
PS-70.9 / P-227	70+940	Carretera P-227
PS-78.9 / P-223	78+955	Carretera P-223
PS-79.6 / PP-6111	79+695	Carretera PP-6111
PS-1.8 (Rep. F.C. Palencia-Santander) / BU-V-6214	1+810	BU-V-6214

<u>Pasos superiores de caminos.</u>

La diferencia con los pasos de carretera habituales es que su anchura será menor debido a que los caminos estarán sometidos a una intensidad de tráfico inferior.

En este caso también se empleará losa postesada hiperestáticas con un canto de 1,0 m, los vanos a disponer serán 15,0 + 18,0 + 15,0.

La plataforma tendrá una anchura de 8,00 m permitiendo encajar una calzada de 6,0 m de anchura y dos aceras de 0,8 m y 0,20 m para la barrera.

En la siguiente tabla se representan las estructuras englobadas en esta clasificación.

PASO	P.K.	VÍA
PS-65.0	65+000	Camino
PS-67.4	67+465	Camino
PS-68.4	68+425	Camino (Vía pecuaria)
PS-72.8	72+890	Camino (Vía pecuaria)
PS-76.7	76+720	Camino (Vía pecuaria)
PS-78.5	78+550	Camino (Vía pecuaria)
PS-2.3 (Rep. F.C. Palencia-Santander)	2+350	Camino

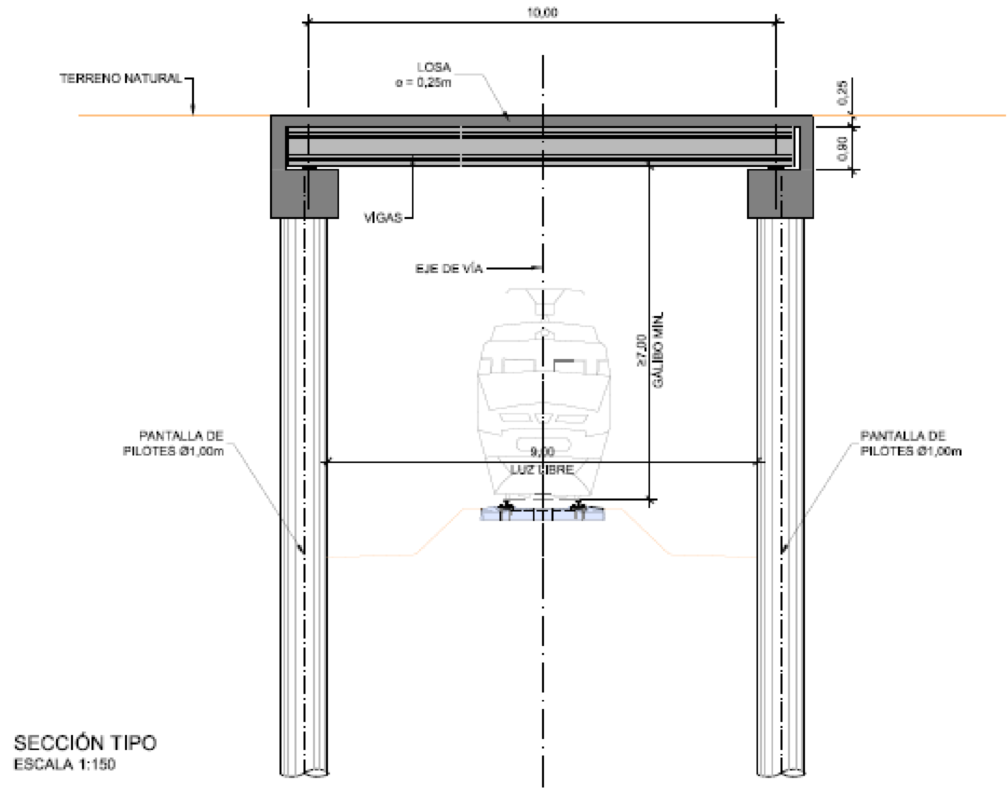
9.3. PASOS INFERIORES

Al igual que en el caso anterior se distinguirá entre carretera y camino adaptando cada uno de ellos a los necesidades particulares.

En ambos casos se ha adoptado la solución tipo marco, adecuada para cualquier tipo de terreno debido a que consigue un adecuado reparto mediante la losa inferior.

Además de estos dos tipos de pasos inferiores ha sido necesario realizar otros denominados singulares por sus particularidades, consistentes en pantallas de pilotes con un tablero de vigas prefabricadas sobre ellas.

Este tipo de solución se emplea en el caso de cruces bajo vías de comunicación importantes con una cota suficiente para ello, en la alternativa tratada se emplea para cruzar bajo la carretera N-611.



La siguiente tabla muestra un resumen de las características más significativas:

Denominación	PK inicial	Luz vano a salvar (m)	Canto estimado (m)	Longitud (m)	Ancho (m)
Paso inferior bajo N-611	79+280	12	0.85	150	12

<u>Pasos inferiores singulares.</u>

Elementos y características de cada uno de ellos:

- Pantallas de pilotes de 1,0 m de diámetro ejecutadas en cortes alternos de calzada y separados 1,50 m entre sí.
- Sobre los pilotes se ejecutarán cabeceros o cargadero para facilitar el apoyo de los tableros superiores poniendo neoprenos entre ambos.

- La separación entre ejes de pantallas será de 10,0 m lo que permitirá encajar la plataforma de vía única (8,50 m).
- Tablero prefabricado sobre las pantallas laterales, con una longitud de 150 m en este caso. El canto del tablero será de 0,75 m de los cuales 0,25 m corresponden a la losa in situ y 0,50 m será el canto de las vigas prefabricadas.
- Se respetará un gálibo mínimo libre bajo el tablero de 7,0 m.
- Muros en prolongación para evitar que el derrame de la excavación entre en la estructura, para ello se prolongarán las pantallas de pilotes sin la disposición de tablero, atadas todas ellas mediante una viga de hormigón armado.

Paso inferior caminos.

La geometría del marco empleada en este caso será:

- Gálibo vertical 5,30 m.
- Gálibo horizontal 8,0 m.
- Ancho losa superior 0,9 m.
- Espesor de muro 0,9 m

En la siguiente tabla se representan la localización de las estructuras englobadas en esta categoría.

PASO	P.K.	VÍA
PI-71.9	71+925	Camino
PI-73.8	73+815	Camino
PI-75.3	75+390	Camino (Vía pecuaria)
PI-77.6	77+655	Camino (Vía pecuaria)

APÉNDICE 1. ESTUDIO DE ALTERNATIVA. VIADUCTO SOBRE EL RÍO PISUERGA.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO.

En el apéndice desarrollado se realizará un análisis de las distintas alternativas posible para solucionar el cruce del trazado sobre el río Pisuerga incluido en la alternativa de Nogales.

La evaluación de las distintas alternativas vienen condicionadas por las condiciones de contorno y deberán evaluarse tanto desde un punto de vista meramente estructural (viabilidad) como mediambiental (afección).

A continuación se analiza cada una de las tipologías estudiadas comenzando por las condiciones de contorno de las que se parte.

2. CONDICIONES DE CONTORNO

La problemática del encaje del viaducto se debe a:

- Cruce en curva sobre el río Pisuerga.
- Cruce esviado sobre el río, que unido a la curva en la que encaja hace que el éste no sea uniforme y vaya creciendo según se acerca al enlace con la vía existente.
- La rasante es relativamente baja, con una altura máxima de unos 7,70 m sobre el río, lo que complica el encaje de soluciones con grandes cantos y en consecuencia luces.
- El trazado del ferrocarril actual se encaja entre el río y un monte cercano, quedando en este tramo paralelo al Pisuerga y muy próximo a este, por lo que el encaje de elementos en la zona es complejo.
- Se descartan soluciones que impliquen elevar canto o elementos estructurales sobre rasante para evitar o minimizar el impacto visual.

Con estos condicionantes y la premisa de intentar encajar soluciones con tipologías y luces habituales se proponen las siguientes soluciones.

3. ANÁLISIS ESTRUCTURAL.

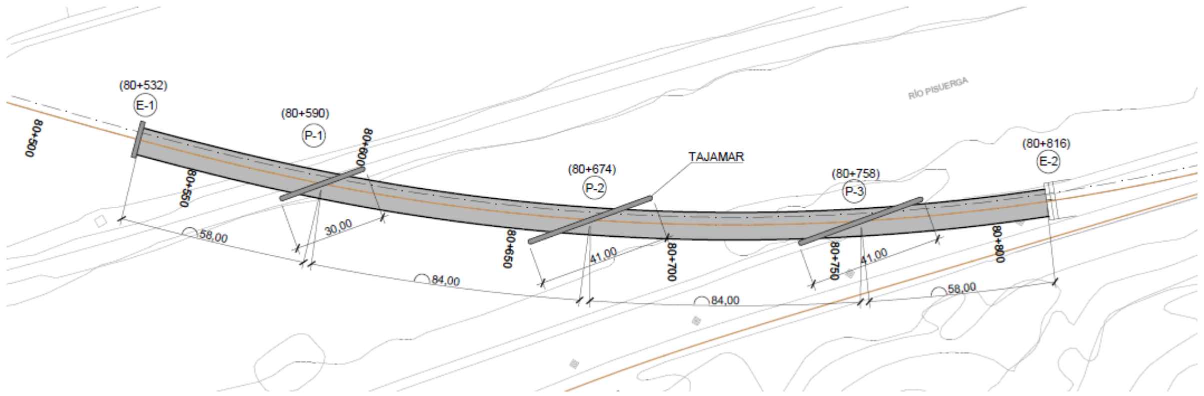
A continuación se tratarán independientemente cada una de las alternativas analizadas.

3.1. VIADUCTO CUATRO VANOS CELOSÍA INFERIOR.

Debido al reducido gálibo vertical y para no ir forzados por el caudal del río no parece conveniente pasar de un vano máximo de 84,0 m, para estas luces se deberá recurrir a un canto variable según se cita a continuación:

- Canto en centro de vano 2,80 m.
- Canto sobre pilas 6,00 m

La luz a la que se ha recurrido requiere unos vanos de compensación de 58,0 m.



Con el encaje descrito el cruce se realizaría mediante una estructura de 284,0 m, longitud dividida en cuatro vanos de 58 + 84 + 84 + 58, los elementos del tablero empleado para el cruce se localizarán en aproximadamente en:

- Estribo 1 80+532.
- Pila 1 80+590.
- Pila 2 80+674.
- Pila 3 80+758.
- Estribo 2 80+816.

El primer estribo realmente será una pila que enlazará con el tramo de viaducto hiperestático, cumple una doble función de apoyo y estribo.

Con estas luces las posibles tipologías serían:

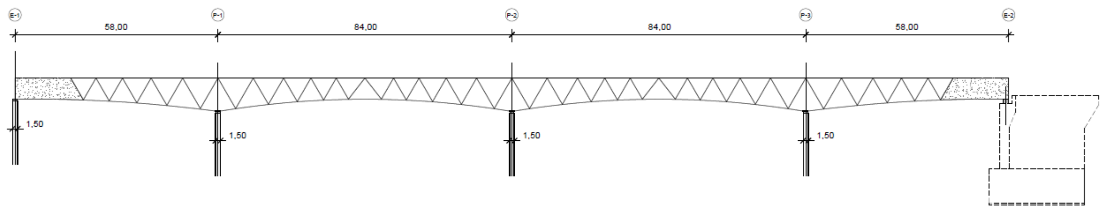
- Tablero postesado.
- Tablero mixto.
- Tablero metálico.

La ejecución postesada resulta compleja ya que habría que recurrir a dovelas o voladizos sucesivos que tienen un encaje complejo en curva por lo que se descarta dicha tipología.

El tablero completamente metálico prácticamente no se emplea en ferrocarril en la actualidad, fundamentalmente por los problemas que podrían venir derivados de las corrientes parásitas; por lo que se descarte dicha solución.

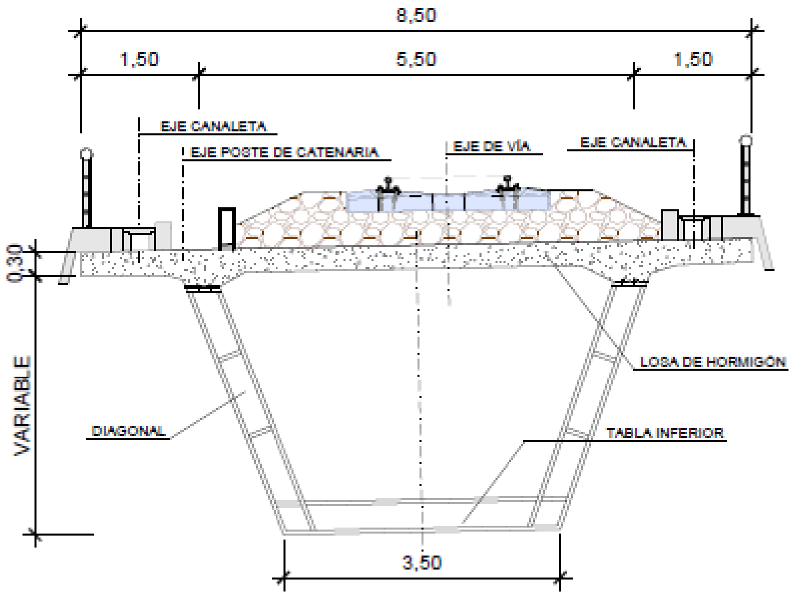
Por lo descrito anteriormente la solución que resulta más viable es la mixta, la cual podrá ser con tablero celosía o cajón, ambas tienen un comportamiento similar.

En desarrollo de la estructura sería según se muestra en el siguiente croquis:



Tablero:

El tablero mixto estará formado por una losa de hormigón armado de 30 cm de espesor medio, que conectará con la parte metálica de canto variable entre 2,50 y 5,7 que se irá adaptando a la geometría del tablero.



Según se ha descrito anteriormente sería factible la ejecución del tablero con sección cajón.

Pilas:

Debido al esviaje de las pilas serán relativamente largas en su conjunto, orientadas en el sentido del cauce del río, con una anchura estimada a priori en unos 2,80 m. Las pilas tendrán una parte inferior (tajamar) y sobre ellas la propi pila de menores dimensiones.

La afección de las pilas en el río será:

- Pila 1 30,0 m.
- Pila 2 41,0 m.
- Pila 3 41,0 m.

Las pilas serán relativamente bajas, con cimentación profunda y requerirán la ejecución de ataguías para su ejecución.

Estribos:

Según se ha comentado al inicio de los dos estribos uno de ellos será prácticamente una pila (E1), mientras que el 2 será uno estribo tradicional aprovechando su encaje para sujetar el actual talud del ferrocarril que discurre paralelo al cauce del río y muy próximo a éste.

Viaducto para salvar la cuenca de inundación.

El tramo complejo de salvar el río Pisuerga es el descrito anteriormente, pero requiere que la estructura se prolongue hasta salir de la zona de inundación, por la dificultad del encaje se ha dividido en dos partes:

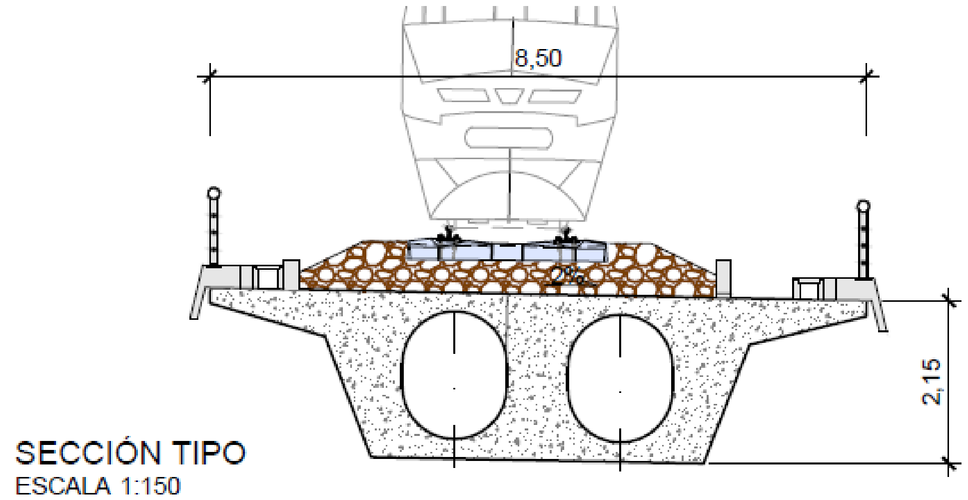
- Cruce sobre el río que requiere una tipología particular.
- Viaducto fuera del cauce y encajada en el tramo recto del trazado.

La segunda parte o tramo será posible solventarlo con un viaducto de luces reducidas que permitan soluciones tipo losa postesada. La longitud será de 414,0 m comenzando en el PK 80+118 y terminando en el 80+532 (E1 del viaducto singular).

El viaducto tratado se resuelve con 14 vanos y la siguiente distribución:

- 12 vanos centrales de 30,90 m de luz.
- Dos vanos de compensación de 21,60 m

La sección al ser para vía única será de 8,50 m de anchura, tipología losa postesada aligerada.



En ambos viaductos será necesario recurrir a cimentaciones profundas.

<u>Estimación del presupuesto:</u>

Debido a la particularidad de cada viaducto la estimación de precio se realizará por separado:

- Viaducto Singular 4.828.000,00 €.
- Viaducto en zona inundación 3.642.165,00 €.

Total 8.470.165,00 €.

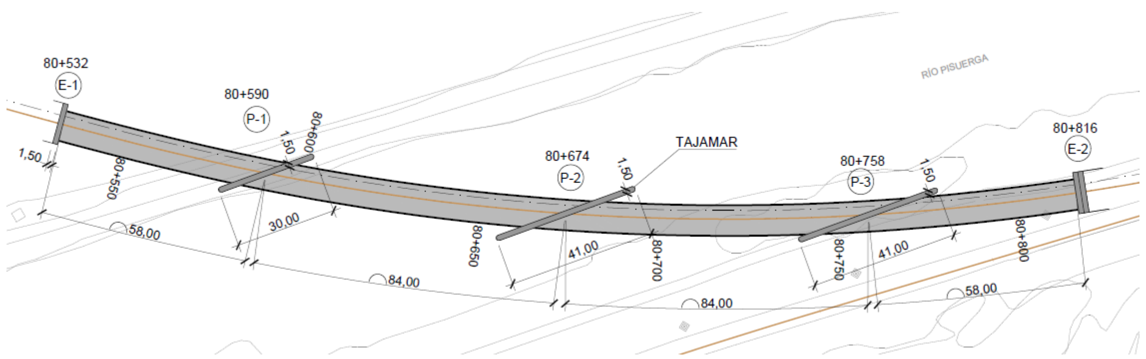
3.2. VIADUCTO CUATRO VANOS CELOSÍA SUPERIOR.

Según se observa en el encaje anterior el problema de la celosía inferior (bajo trazado ferroviario) es la ocupación del reducido gálibo que existe entre el trazado y el río Pisuerga (7,70 m).

Una forma sencilla de reducir la ocupación del gálibo es ganar canto hacia arriba, con los siguientes criterios:

- No exista interferencias con el gálibo ferroviario, teniendo en cuenta que será una línea electrificada.
- El gálibo bajo cota cabeza carril será el mínimo imprescindible para que los travesaños transmitan la carga uniforme a los cordones inferiores.

El encaje en planta será el mismo del caso anterior y mostrado a continuación.



La estructura en celosía tendrá una longitud de 284,0 m, dividida en cuatro vanos de 58 + 84 + 84 + 58. Los apoyos (pilas y estribos) del tablero se localizarán aproximadamente en los siguientes puntos:

- Estribo 1 80+532.
- Pila 1 80+590.
- Pila 2 80+674.
- Pila 3 80+758.
- Estribo 2 80+816.

El primer estribo realmente es un elemento de continuidad, en el que termina el primer viaducto y empieza este segundo, por tanto cumplirá una doble función de apoyo y estribo.

Con estos criterios existen varias posibilidades de tipologías para solucionar el encaje:

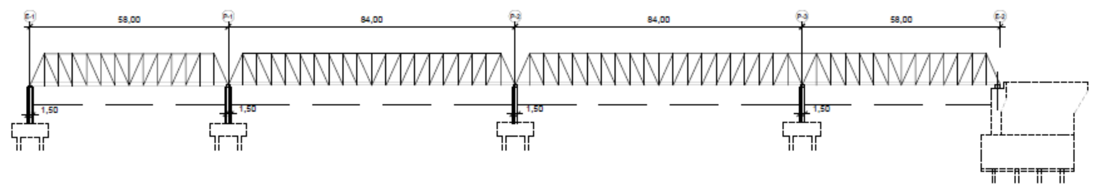
- Tipo arco.
- Celosía tradicional cerrada (espacial).
- Solución plana adaptada al comportamiento y encaje (formas triangulares)

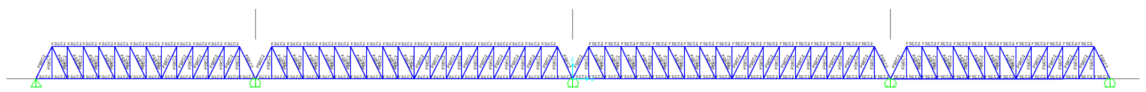
La primeras de las soluciones se descarta debido a que el encaje resulta muy complejo debido al esviaje y sobre todo al encaje en curva, lo que obligaría a un sobreancho del tablero donde encajar el trazado o geometría complejas.

Las otras dos soluciones son similares desde un punto de vista estructural, adoptando la tipo celosía por el encaje estético donde se ubica.

Con el mismo criterio de encaje que la solución anterior (vano máximo de 84,0 m) se podría salvar con una sección de canto constante 9,25 m para vía en balasto (7,45 m sobre ccc). Se emplearán los mismos vanos de compensación que la solución anterior (58,0 m), aunque por su particularidad no requiera compensación de momentos como se verá en el desarrollo del documento.

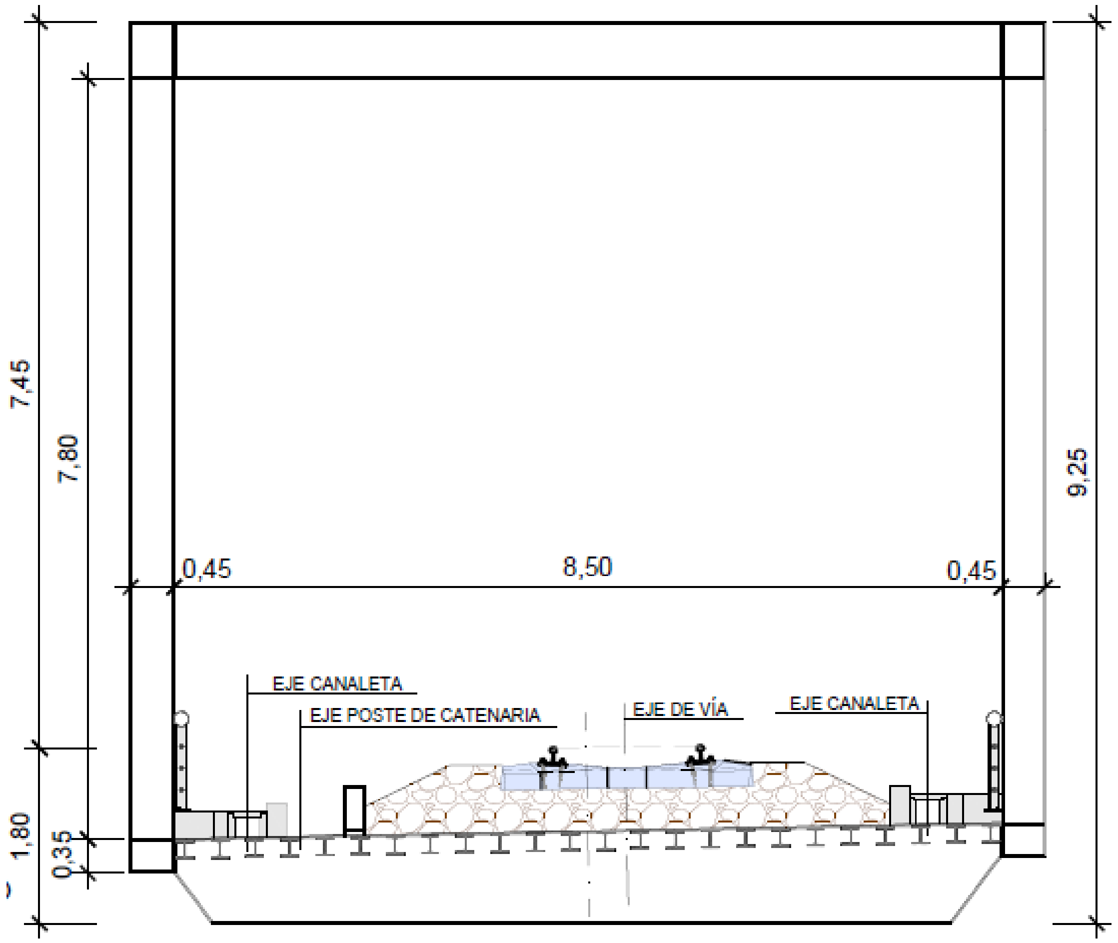
En desarrollo de la estructura sería según se muestra en el siguiente croquis:





<u>Tablero:</u>

La solución sería un tablero tipo celosías tridimensional, con un canto total de unos 9,25 m, de los cuales 1,80 m aproximadamente quedarían bajo ccc. El tablero propiamente dicho sería metálico apoyado en los cordones inferiores de la celosías con los respectivos rigidizadores longitudinales y transversales, su canto estaría aproximadamente en 1,0 m.



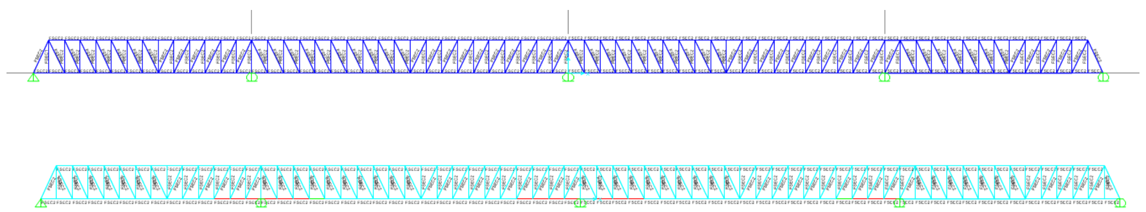
Los perfiles empleados en las celosías serían cerrados, rectangulares o cuadrados, en un primer tanteo valdrían con secciones en torno a los 450 mm de lado. Los montantes y diagonales podrían ser de secciones en I ó H, con las zonas de nudos redondeadas.

En este tipo de tablero siempre existe la duda entre ejecutarle isostático o hiperestático, ya que no suele tener problemas de canto debido al encaje del ferrocarril en su interior.

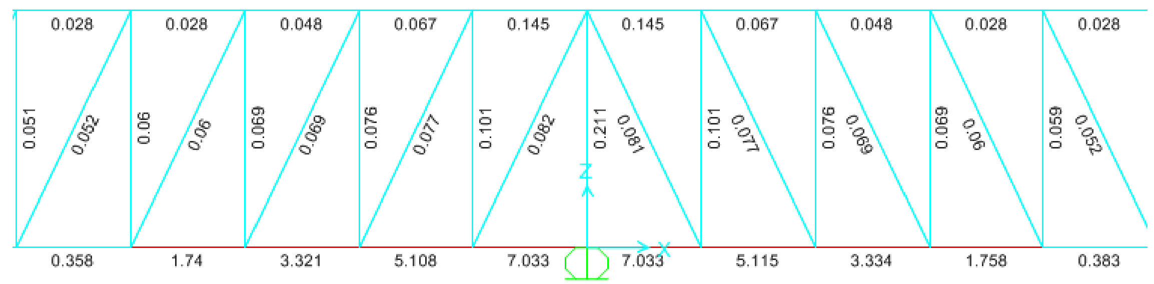
Las celosías estarán moduladas en tramos tipo de 4,14 m para los vanos de 58,0 m y de 4,20 m para los de 84,0 m, con un total de 14 secciones tipo en el primero y 20 en el segundo.

Para verificar tal circunstancia se ha realizado un predimensionamiento del tablero hiperestático (continuo) y del isostático, habiéndose obtenido:

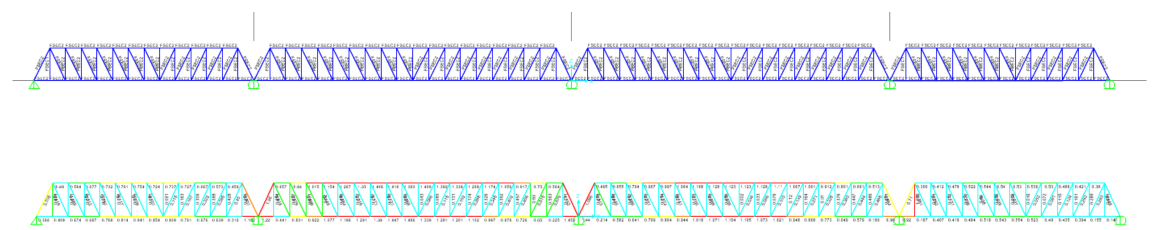
- Tablero continuo.



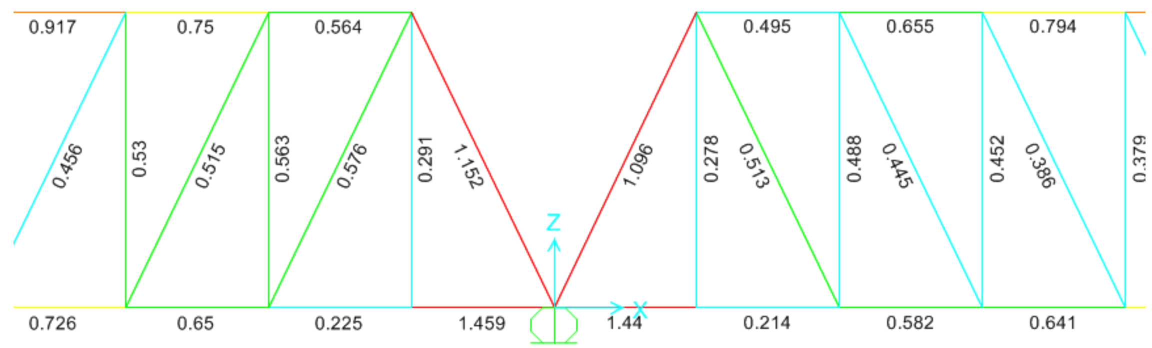
Zona central más solicitada.



- Vanos isostáticos.



Zona central más solicitada.



Se observa que la segunda opción se sobrepasa ligeramente las barras (cordón inferior y diagonales) en apoyo, pero debido a que se trata de un tanteo y que están zonas tienen mayor rigidez e incluso están macizadas se considera un valor adecuado.

Según se pude verificar será recomendable el ejecutar una solución de tablero isostáticos con un mejor comportamiento, y sencillez de ejecución.

<u>Pilas:</u>

Con las pilas ocurre con en el encaje anterior, se alinearán con el flujo de río (cauce) para minimizar la afección a este y deberán ser de longitud considerable para adaptarse al esviaje y curvatura del trazado.

Las pilas tendrán una parte inferior (tajamar) y sobre ellas la propia pila de menores dimensiones, que ahora este caso valdría con 1,50 m.

La afección de las pilas en el río será:

- Pila 1 30,0 m.
- Pila 2 41,0 m.
- Pila 3 41,0 m.

Las pilas requerirán la ejecución de tajamares en la zona inferior donde se ven afectadas por el cauce, y se ejecutarán con cimentación profunda en un área protegida mediante ataguías.

Estribos:

El estribo 2 será uno estribo tradicional aprovechando su encaje para sujetar el actual talud del ferrocarril que discurre paralelo al cauce del río y muy próximo a éste, mientras que el estribo 1 no cumplirá dichas funciones realmente, será una especie de pilas común para los dos viaductos.

Proceso constructivo:

Se trata de una solución compleja de ejecutar por el esviaje y el encaje en curva, en particular este segundo que obligaría a ejecutar los distintos elementos del tablero con longitudes particularizadas. Esto tendría una repercusión significativa tanto en coste como en plazo de ejecución.

Un tratamiento particular será el de ejecución de los tableros, que trasladarían hasta una zona próxima empelada para el montaje en tramos menores que se ensamblarían. Una vez montado cada tramo isostático se colocarían en posición mediante grúas o incluso empujados.

La tipología de vanos isostáticos permitirá cierto margen para su posicionamiento, pudiendo incluso si fuese necesario ripar los tableros una vez montados.

Viaducto para salvar la cuenca de inundación.

El tramo complejo y singular de salvar el río Pisuerga es el descrito anteriormente, pero requiere que la estructura se prolongue hasta salir de la zona de inundación, por la dificultad del encaje y tratamiento se ha dividido en dos partes, según se ha descrito anteriormente:

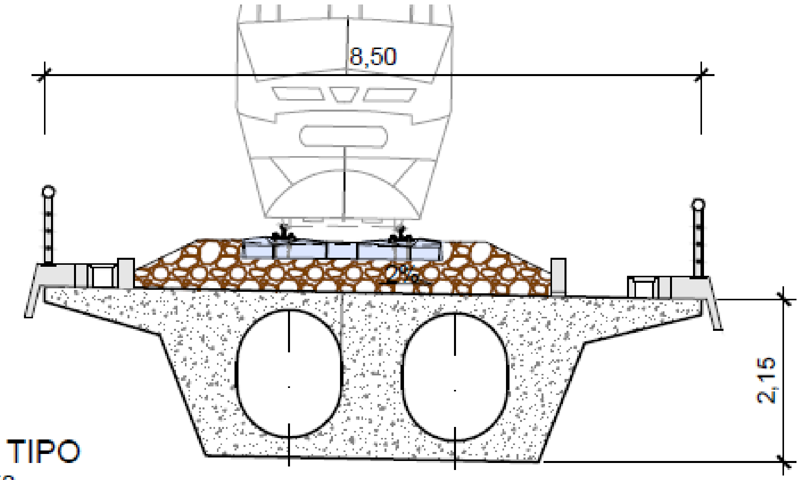
- Cruce sobre el río Pisuerga (viaducto Singular).
- Viaducto fuera del cauce y encajada en el tramo recto del trazado.

El primero de ellos ha sido el analizado en los puntos anteriores, y el segundo sería posible solventarlo con un viaducto de luces reducidas que permitan soluciones tipo losa postesada. La longitud que encaja será de 414,0 m comenzando en el PK 80+118 y terminando en el 80+532 (E1 del viaducto singular).

El viaducto tratado se resolverá con 14 vanos y la siguiente distribución (coincidente con el encaje anterior):

- 12 vanos centrales de 30,90 m de luz.
- Dos vanos de compensación de 21,60 m

La sección al ser para vía única será de 8,50 m de anchura, tipología losa postesada aligerada.



SECCIÓN TIPO
ESCALA 1:150

En ambos viaductos será necesario recurrir a cimentaciones profundas.

Estimación del presupuesto:

Debido a la particularidad de cada viaducto la estimación de precio se realizará por separado:

- Viaducto Singular 4.852.140,00 €.
- Viaducto en zona inundación 3.642.165,00 €.

Total 8.494.305,00 €.

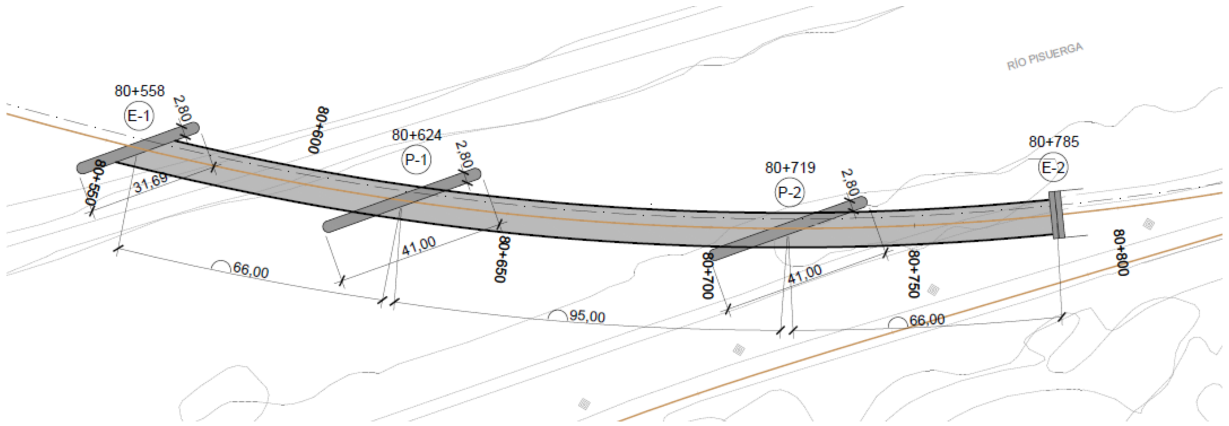
3.3. VIADUCTO TRES VANOS CELOSÍA INFERIOR.

Con la finalidad de centrar lo más posible el cruce con el río Pisuerga se incremente al máximo la luz central (95,0 m), para salvar dicha luz será necesario recurrir a canto variable:

- Canto en centro de vano 3,20 m.
- Canto sobre pilas 6,80 m

Con la luz central descrita se requieren vanos de compensación de 66,0 m.

En este caso el canto estaría en el límite y dependería de las posibles crecidas del río.



Con el encaje descrito el cruce se realizaría mediante una estructura de 227,0 m, longitud dividida en tres vanos de 66 + 95 +66, los elementos del tablero empleado para el cruce se localizarán en aproximadamente en:

- Estribo 1 80+558
- Pila 1 80+624
- Pila 2 80+719
- Estribo 2 80+785

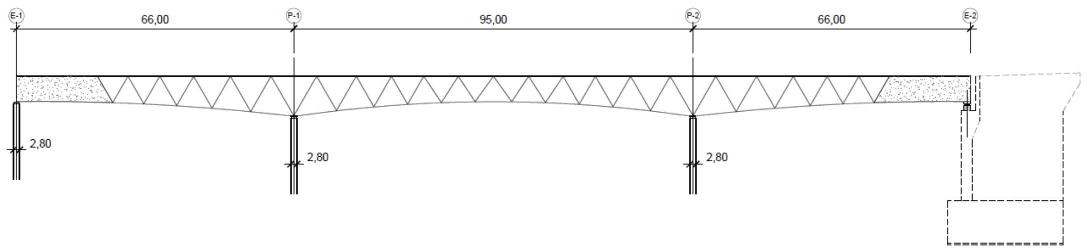
Como ocurría en el encaje anteriormente analizado el primer estribo realmente será una pila que enlazará con el tramo de viaducto hiperestático.

Con estas luces las posibles tipologías serían las mismas que en el caso anterior:

- Tablero postesado.
- Tablero mixto.
- Tablero metálico.

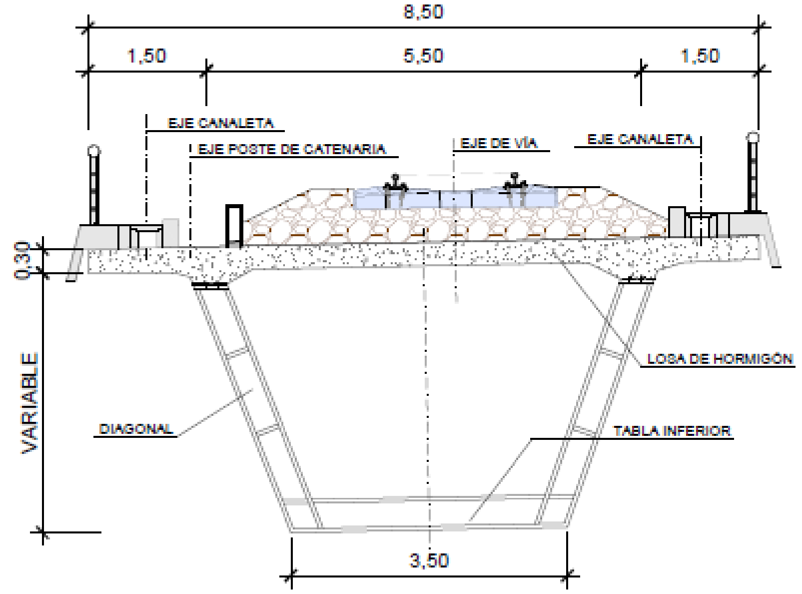
Por la razones descritas anteriormente la tipología que resulta más adecuada para el encaje analizado será la mixta, la cual podrá ser con tablero celosía o cajón, ambas tienen un comportamiento similar.

En desarrollo de la estructura sería según se muestra en el siguiente croquis:



Tablero:

El tablero mixto estará formado por una losa de hormigón armado de 30 cm de espesor medio, que conectará con la parte metálica de canto variable entre 2,90 y 6,4 que se irá adaptando a la geometría del tablero.



Según se ha comentado anteriormente la sección podría ser cajón o celosía, se ha optado por esta segunda ya que parece que encajar mejor en el ámbito tratado.

Pilas:

Las pilas encajarán siguiendo la corriente del río, con la finalidad que el obstáculo que representan sea en menor posible, para facilitar el flujo se dispondrán de unos tajamares con una anchura total de 2,80 m, de estos elementos arrancarán los fustes sobre los que apoya el tablero de menores dimensiones.

La longitud en planta de las pilas, y en consecuencia la afección al río será:

- Pila 1 41,0 m.
- Pila 2 41,0 m.

Las pilas serán relativamente bajas, con cimentación profunda y requerirán la ejecución de ataguías para su ejecución.

Estribos:

Según se ha comentado al inicio, y como ocurría en el caso anterior, de los dos estribos uno de ellos será prácticamente una pila (E1), mientras que el 2 será uno estribo tradicional aprovechando su encaje para sujetar el actual talud del ferrocarril que discurre paralelo al cauce del río y muy próximo a éste.

La cimentación tanto de pilas como estribos en esta zona será profunda.

Viaducto para salvar la cuenca de inundación.

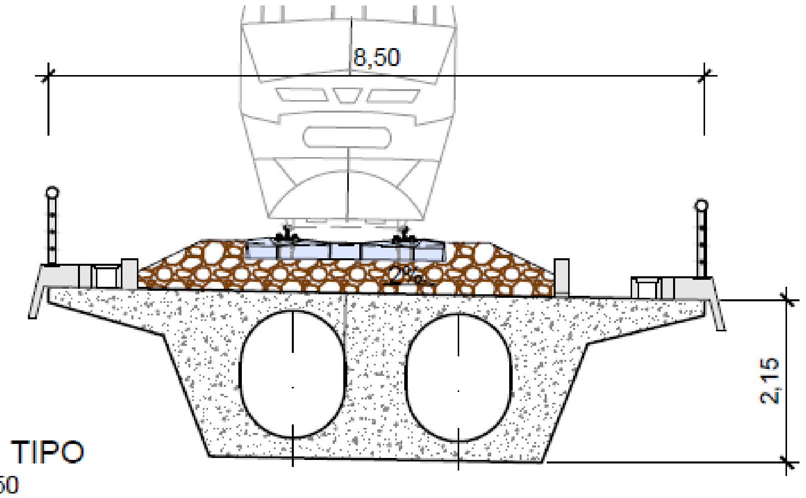
El tramo descrito se corresponde con un viaducto singular debido a la complejidad de encaje, aunque requiere que la estructura se prolongue hasta salir de la zona de inundación. Con la finalidad de reducir coste y evitar estructuras complejas se diferencia entre dos tipología, que coinciden con las descritas en los apartados anteriores.

En el viaducto encajado en el tramo recto se podrá resolver recurriendo a luces reducidas que permitan soluciones tipo losa postesada. La longitud será de 440,0 m comenzando en el PK 80+118 y terminando en el 80+558 (E1 del viaducto singular),

El viaducto tratado se resolverá con 15 vanos y la siguiente distribución:

- 13 vanos centrales de 30,60 m de luz.
- Dos vanos de compensación de 21,10 m

La sección al ser para vía única será de 8,50 m de anchura, tipología losa postesada aligerada.



SECCIÓN TIPO
ESCALA 1:150

Estimación del presupuesto:

Debido a la particularidad de cada viaducto la estimación de precio se realizará por separado:

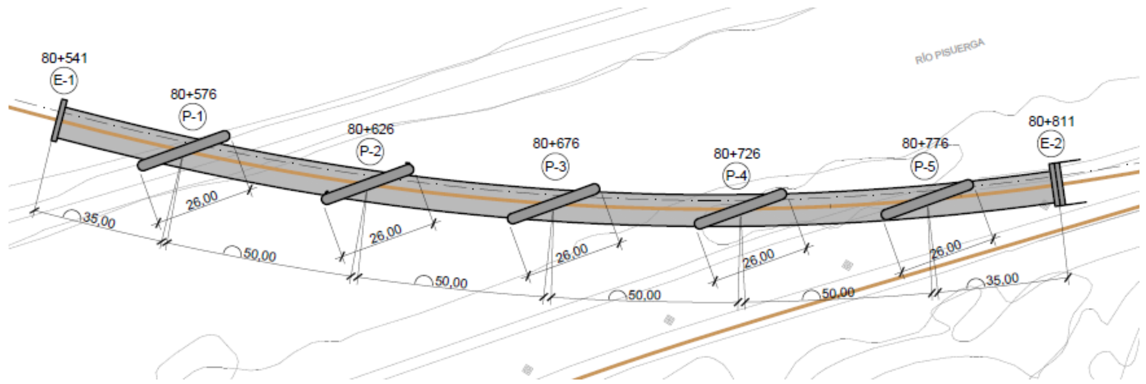
- Viaducto Singular 3.859.000,00 €.
- Viaducto en zona inundación 3.870.900,00 €.

Total 7.729.900,00 €.

3.4. VIADUCTO POSTESADO.

Una de las soluciones que a priori sería la más idónea desde un punto de vista técnico-económico implicaría el recurrir a luces entre 45 y 50 m, lo que implicaría unos cantos entre 3,2 y 3,6 m.

En este sentido, y pensando en disponer luces lo mayores posibles en la zona del cauce se ha realizado un encaje con vanos de 50 m y dos de compensación de 35 m, lo que ha dado lugar a un viaducto de 270 m dividido en 6 vanos con la distribución de 35 + 4 x 50 + 35.

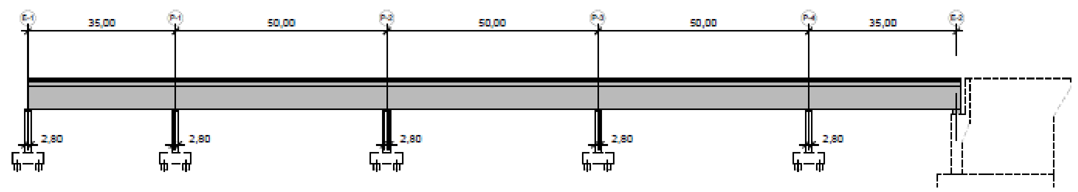


Esta solución implica la disposición de un mayor número de pilas en el cauce, como contraprestación estas serán de menor longitud y entre la lámina de agua y la cara inferior del tablero quedará un resguardo de 3,30 m.

Los elementos de apoyo de la estructura que se localizarán en aproximadamente en:

- Estribo 1 80+541.
- Pila 1 80+576.
- Pila 2 80+626.
- Pila 3 80+676.
- Pila 4 80+726.
- Pila 5 80+776.
- Estribo 2 80+811.

Como ocurría en el resto de los encajes el estribo 1 cumpliría una doble función de pila y estribo de los dos viaductos a cada lado de él.



Tablero:

El tablero propuesto será de sección cajón postesado y canto constante. Esta solución permitiría encajar una autocimbra, con cierta dificultan debido al esviaje pero factible debido a la tipología (tablero postesado de canto constante). Es recomendable que la autocimbra sea superior en este caso debida a escasa cota con la que cruza sobre el Pisuerga.

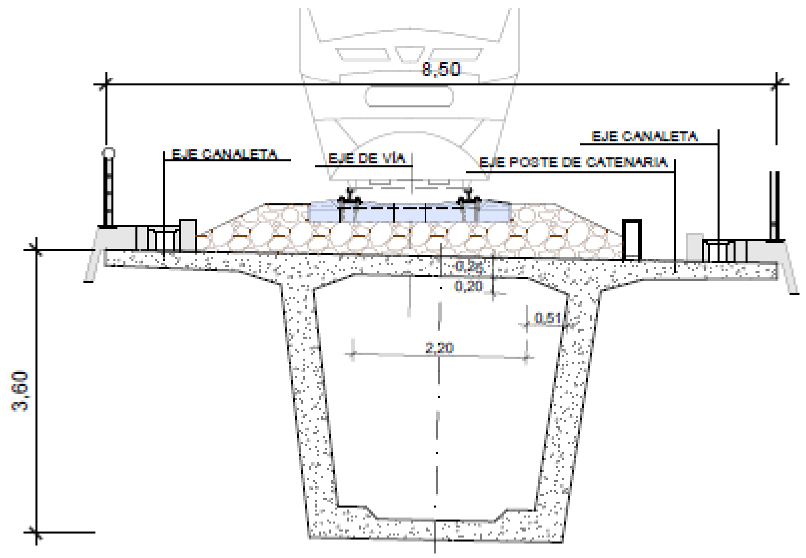
Existen otras tipologías que podrían solucionar el encaje, cada una de ellas con sus ventajas e inconvenientes pero similares a la postesada, por lo que se englobarían conjuntamente.

Entre las posibles soluciones de trazado y luces analizadas tendríamos:

- Dovelas, se trata de una tecnología compleja de la que disponen pocas empresas.
- Prefabricado, no es posible recurrir a un pretensado habitual, tanto por luces como por trazado. Se plantearía la ejecución a media madera, con dinteles que llegasen al 20 % de cada vano y parte central prefabricada.

  Para permitir ese encaje curvo debería realizarse un prefabricado particular, de mayor coste pero factible.

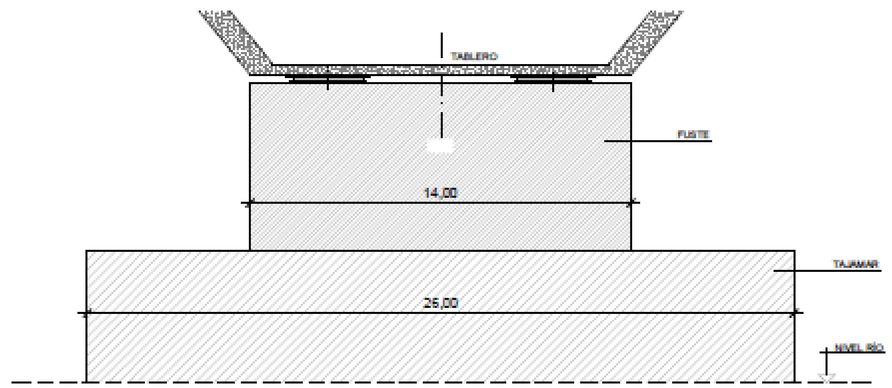
Para salvar los 50,0 m de luz de los vanos centrales será necesario recurrir a un canto del tablero de 3,60 m.



Pilas:

Con la finalidad de facilitar el flujo las pilas se alinearán con el cauce del río Pisuerga, debido al esviaje con el que se corta es necesario que tengan una longitud de unos 26,0 m con una anchura de 1,50 m.

La pila no será de sección en toda la altura del fuste (por otro lado reducida), la parte inferior la constituirá un tajamar de forma que facilite la circulación de la corriente, y sobre este arrancará el fuste en el que apoyará el tablero.



Sobre la pila se dispondrán dos apoyos pot y sobre ellos el tablero, solución similar a la adoptada en el resto de soluciones. El tablero en esta zona de apoyos tendrá una riostra de unos 3,0 m de anchura.

La cimentación de las pilar será profunda, ejecutada sobre pilotes y empleando para su ejecución ataguías.

Estribos:

Según se ha comentado al inicio, y como ocurría en el caso anterior, de los dos estribos uno de ellos será prácticamente una pila (E1), mientras que el 2 será uno estribo tradicional aprovechando su encaje para sujetar el actual talud del ferrocarril que discurre paralelo al cauce del río y muy próximo a éste.

Este segundo estribo también cumplirá las funciones de estribo fijo, ya que el estribo pila 1 no tiene la suficiente rigidez para ello.

Viaducto para salvar la cuenca de inundación.

Según se ha visto en la primera de las alternativas analizadas para realizar un diseño más sencillo se ha dividido el viaducto en dos zonas:

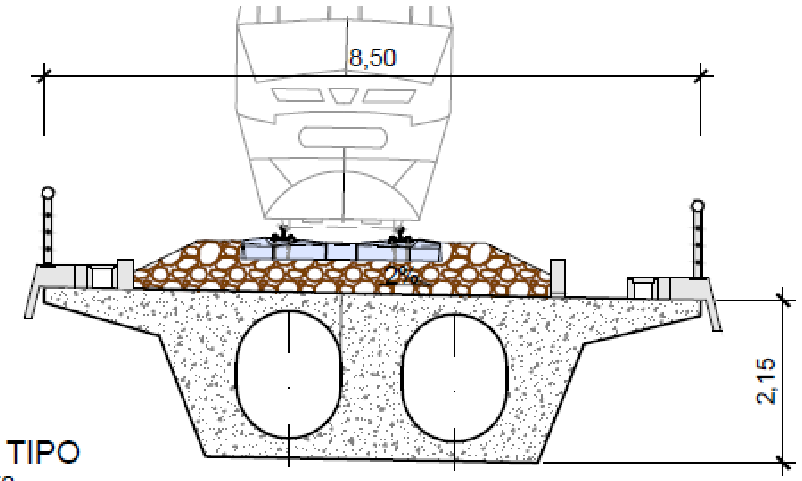
- Cruce sobre el río Pisuerga.
- Zona de inundación.

El primero de ellos es el tramo tratado antes y en este apartado veremos cómo se encaja el que se localiza en la zona de inundación. Este viaducto encaja en un tramo recto se podrá resolver recurriendo a luces reducidas que permitan soluciones tipo losa postesada. La longitud será de 423,0 m comenzando en el PK 80+118 y terminando en el 80+541 (E1 del viaducto singular),

El viaducto tratado se resuelve con 15 vanos y la siguiente distribución:

- 13 vanos centrales de 29,50 m de luz.
- Dos vanos de compensación de 19,75 m

La sección para este tramo será tipo losa aligerada para reducir el peso propio, con un canto de 2,15 m según se muestra en la siguiente sección.



SECCIÓN TIPO
ESCALA 1:150

Todo el tramo es de vía única por lo que el tablero tendrá una anchura de 8,50 m según se puede apreciar en el gráfico anterior.

Estimación del presupuesto:

Debido a la particularidad de cada viaducto la estimación de precio se realizará por separado:

- Viaducto Singular 3.442.500,00 €.
- Viaducto en zona inundación 3.721.342,50 €.

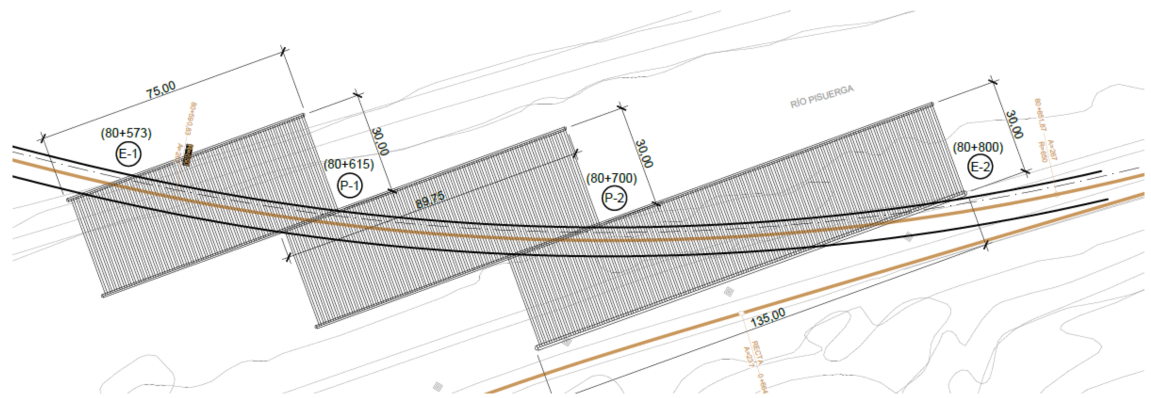
Total 7.163.842,50 €.

3.5. PÉRGOLAS.

Con la finalidad de no dejar ninguna posible solución sin estudiar se intentará realizar un encaje tipo pérgola.

Lo ideal será salvar el cauce mediante una pérgola ejecutada con vigas prefabricadas, de tal manera que una vez terminados los estribos se puedan colocar las vigas sin afectar al cauce y sobre ella disponer la losa superior y la plataforma ferroviaria.

No es posible el salvar todo el cauce con un solo vano, por lo que se encajarán tres pérgolas contrapeadas sobre las que se sitúa el trazado ferroviario. Para cargas ferroviarias es recomendable que las luces de las vigas prefabricadas no sobrepasen los 30,0 m.



Las alineaciones de pilas para las pérgolas estarán localizadas en las siguientes posiciones:

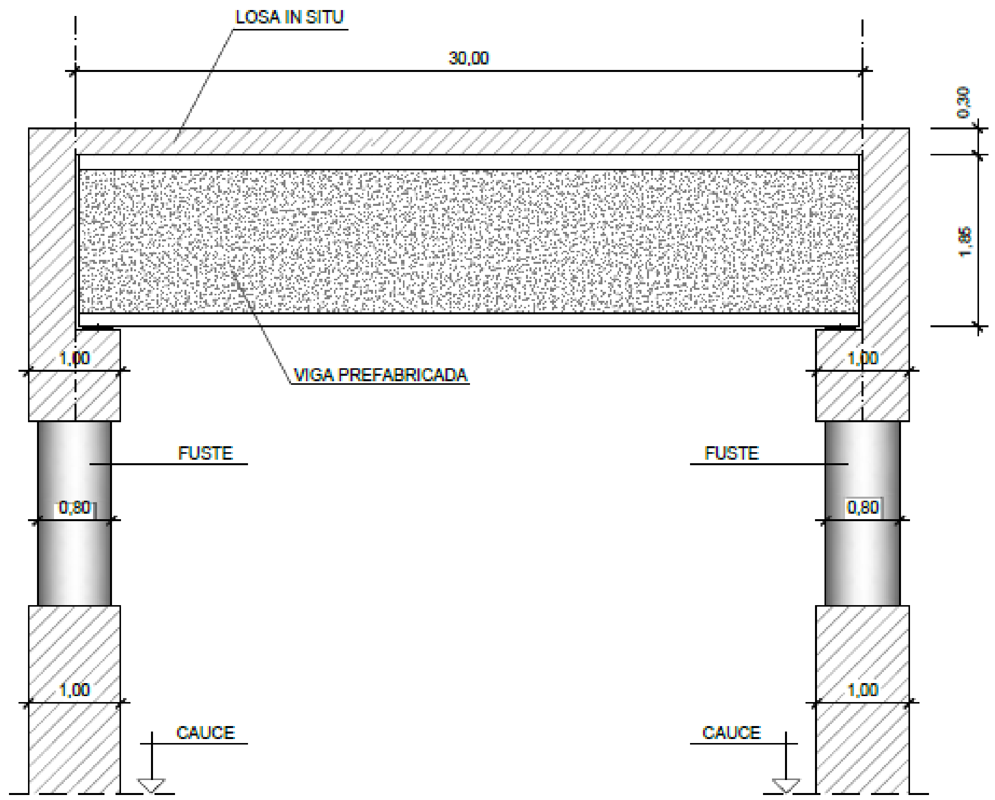
- 80+573.
- 80+631,5.
- 80+700.
- 80+800.

Las tres pérgolas que tendrán una anchura de 30 m y unas longitudes de 75,0; 90,0 y 135,0 m respectivamente.

Tablero:

El tablero a disponer será el habitual en las pérgolas, según se describe a continuación:

- Vigas prefabricadas de sección en T con un canto de 1,85 m. Se dispondrán en apoyos sobre los cabeceros, situándose más próximas en las zonas bajo losa ferroviaria (mayores cargas).
- Losa in situ sobre las vigas prefabricadas de canto 0,30 m (canto total del tablero 2,15 m.



Esta solución permitiría disponer de un resguardo de 4,75 m.

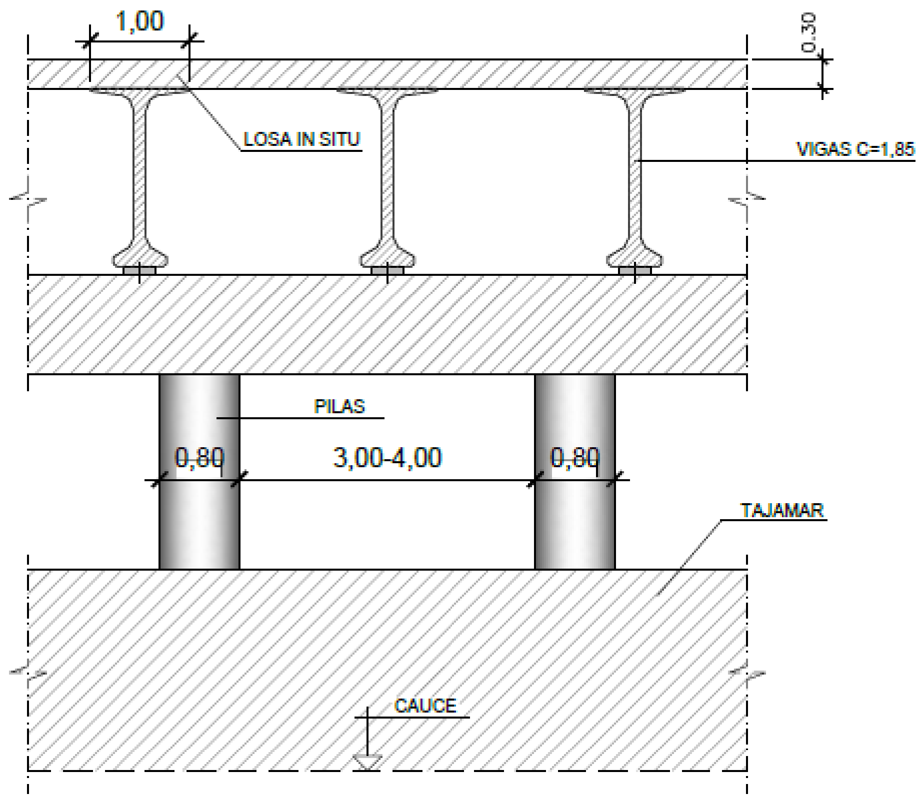
Apoyos:

Al igual que en el resto de alternativas analizadas las líneas de apoyo de las pérgolas se dispondrán siguiendo el flujo del río, con el consiguiente tajamar que facilite el flujo.

Las alineaciones de apoyos en planta tendrán una anchura de 1,0 m y unas longitudes de 75,0; 90,0 y 135,0 m, por lo que las afecciones al cauce resultan considerables.

Estos apoyos estarán formados por tres elementos:

- Cabecero sobre el que apoya el tablero.
- Pilas de diámetro 0,80 m separadas entre sí 3,0 ó 4,0 m función de la localización.
- Tajamar continuo con bordes circulares que facilite el flujo de la corriente.
- Cimentación del apoyo que en este caso será profunda.



La alineación de apoyos más próxima a la línea de ferrocarril existente y alineada con esta, cumplirá también las funciones de contención del terraplén de esta.

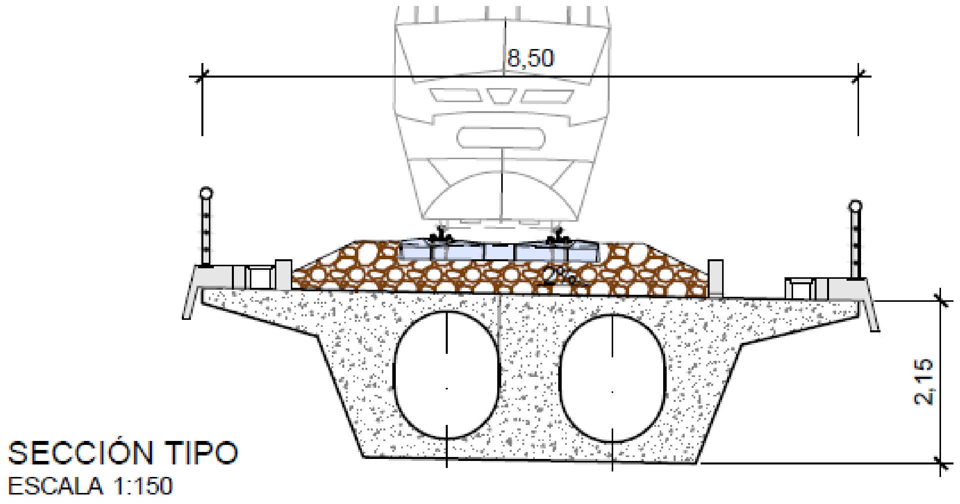
Viaducto para salvar la cuenca de inundación.

Las tres pérgolas que permiten el cruce sobre el río Pisuerga enlazarían con un viaducto de tipología losa postesada. Este viaducto encaja en un tramo prácticamente recto se podrá resolver recurriendo a luces reducidas que permitan soluciones tipo losa postesada. La longitud será de 455,0 m comenzando en el PK 80+118 y terminando en el 80+573 (E1 del viaducto singular).

El viaducto tratado se resuelve con 16 vanos y la siguiente distribución:

- 14 vanos centrales de 29,50 m de luz.
- Dos vanos de compensación de 21,00 m

La sección para este tramo, según se ha presentado en los encajes anteriores, será tipo losa aligerada para reducir el peso propio, con un canto de 2,15 m según se muestra en la siguiente sección.



Todo el tramo es de vía única por lo que el tablero tendrá una anchura de 8,50 m según se puede apreciar en el gráfico anterior.

Estimación del presupuesto:

Debido a la particularidad de cada viaducto la estimación de precio se realizará por separado:

- Viaducto Singular 11.250.000,00 €.
- Viaducto en zona inundación 3.480.750,00 €.

Total 14.730.750,00 €.

4. ANÁLISIS AMBIENTAL DE LAS TIPOLOGÍAS PROPUESTAS.

Los principales impactos detectados por la construcción del viaducto sobre el Pisuerga se producen sobre la hidrología, la vegetación, la fauna y el paisaje. Los impactos más importantes se deben a la tipología de viaducto y afectan a los tres primeros factores señalados.

El tipo de celosía seleccionado tendrá influencia sobre el paisaje aunque este impacto se considera menos significativo que los anteriores.

4.1. IMPACTOS SOBRE HIDROLOGÍA, VEGETACIÓN Y FAUNA

Viaducto cuatro vanos

Se considera que este viaducto es, desde el punto de vista ambiental, el que menos afección producirá sobre el río Pisuerga. Presenta una única pila en el cauce (P2), con una longitud de 41 m, y otras dos sobre la ribera. En la margen izquierda del cauce, en la zona de ocupación de la pila P1 no existe un bosque de galería asociado al cauce, sino que la vegetación de ribera está constituida por una hilera de chopos de plantación. En la margen derecha, se salva la vegetación de ribera, y se localiza la pila P3 sobre el camino que discurre paralelo a la línea férrea actual.

En cualquier caso, la presencia de las pilas en la zona de ribera, imposibilita una futura recuperación de la vegetación en esta zona.

Viaducto tres vanos

Este viaducto es similar al de cuatro vanos, pero la pila P1 salva la plantación de chopos ligada a la margen izquierda del cauce, la pila P2 se localiza sobre el cauce, y la pila P3 afecta a la vegetación de ribera de la margen derecha del cauce, que aparentemente presenta un estado más natural, y parcialmente al río. Esta solución es algo peor que la de cuatro vanos.

Como en el caso anterior, la presencia de las pilas en la zona de ribera, imposibilita una futura recuperación de la vegetación en esta zona.

Viaducto postesado

Presenta dos pilas en el cauce, y otras dos en la zona de ribera, por lo que la naturalidad del río se verá comprometida, pudiendo afectar a los desplazamientos de la fauna a lo largo del cauce, que constituye un corredor a escala regional. Además, la presencia de las pilas en la zona de ribera, imposibilita una futura recuperación de la vegetación en esta zona.

Pérgolas

Supone una importante afección medioambiental, dado que los apoyos se localizan tanto sobre el cauce del Pisuerga, como sobre su vegetación de ribera asociada, a lo largo de longitudes importantes, generando un entorno fuertemente antropizado, que dificultará el paso de la fauna a través del corredor natural que es actualmente el río Pisuerga. Se considera que esta solución no es ambientalmente aceptable.

4.2. IMPACTO SOBRE EL PAISAJE

Con respecto al potencial impacto paisajístico, cabe destacar que la zona en la que se enmarca el viaducto está clasificada en los planos del estudio de paisaje realizado como “visible”, con “fragilidad y calidad visual alta”, y con “capacidad de acogida baja”. Esto significa que cualquier estructura que se ejecute en esa zona, se verá desde los alrededores.

Celosía con tablero superior

En el caso de la solución tipo celosía con tablero superior, será necesario elevar ligeramente la rasante (del orden de 3 m), lo que repercutirá no sólo en el viaducto en sí, sino también en el tramo previo. Cuanto más se eleve la rasante, mayor será el impacto paisajístico.

Celosía con tablero inferior

La solución de celosía con tablero inferior requiere colocar la celosía por encima del tablero, con una altura de 8 m. Aunque este impacto se reduce al tramo de viaducto, la altura que alcanza es mayor que la debida a la elevación de la rasante, por lo que el impacto paisajístico puede ser mayor.

5. CONCLUSIONES.

Como resultado del análisis anterior el viaducto que se considera más adecuado para cruzar sobre río Pisuerga será la celosía metálica isostática, con las siguientes características:

- Tablero de sección en celosía metálica, con tramos isostáticos de 8,50 m de anchura libre (9,40 m de anchura para vía sencilla).
- Canto 9,25 m (tablero trabaja en conjunto).
- Tablero metálico de 9,40 m de anchura.
- Número de vanos 4 vanos.
- Distribución de vanos 58,0 + 84,0 + 84,0 + 58,0.
- Longitud 284 m (PK 80+532 a PK 80+816).
- Obstáculos a salvar: río Pisuerga.
- Cimentación profunda.

El viaducto descrito se complementará con otro tipo losa postesada de 2,15 m de canto que llegará hasta el PK 80+118, lo que supone una longitud de 414 m. Este viaducto tendrá un total de 14 vanos con la siguiente distribución 21,60 + 12 x 30,90 + 21,60.